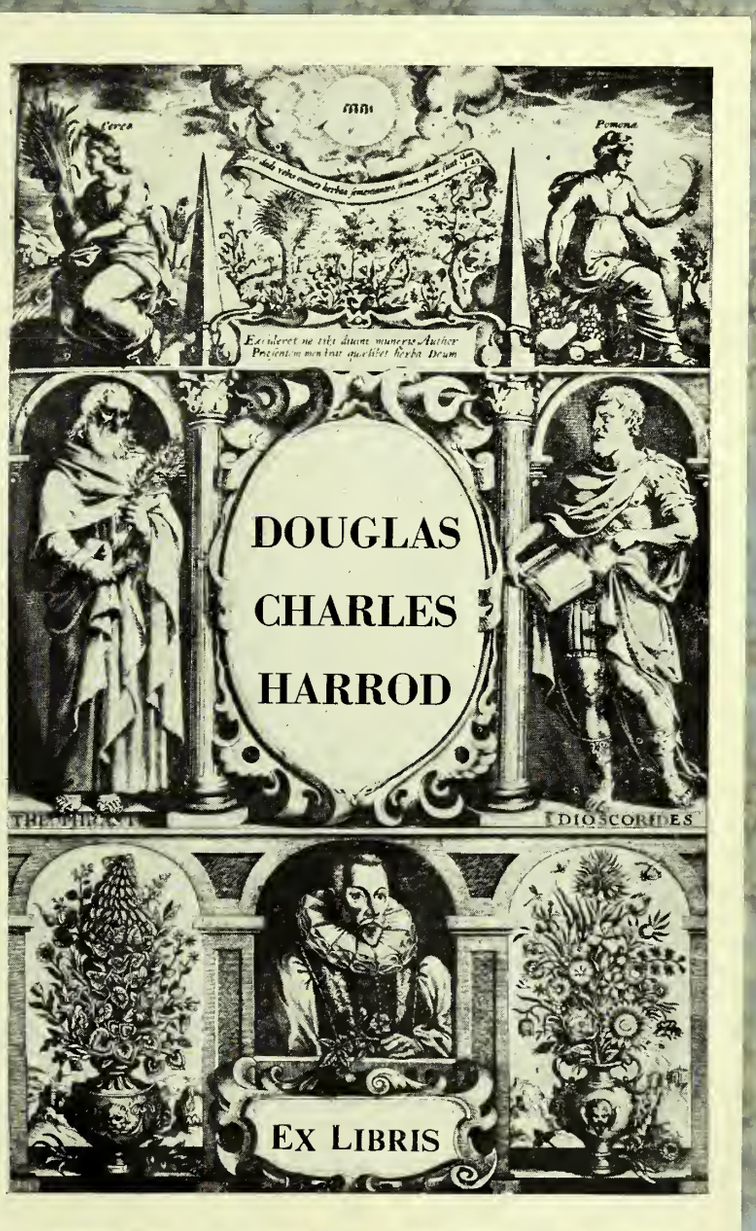


200668350 1
KING'S COLLEGE LONDON

KING'S College LONDON
Founded 1829
Tschirch, *Library* Vol. 1
Anatomischer Atlas
der Pharmakognosie . . .
1895
Early Science
FOL.
RS 164.
TSC
2006633501

Douglas Cttanrod

ANATOMISCHER ATLAS

DER

PHARMAKOGNOSIE UND NAHRUNGSMITTELKUNDE

VON

Dr. A. TSCHIRCH,
Professor der Pharmakognosie, Direktor des pharmazeut. Institutes der Universität Bern.

UND

Dr. O. OESTERLE,
Assistent am pharmazeut. Institute der Universität Bern.

LEIPZIG,
T. O. WEIGEL NACHFOLGER
(CHR. HERM. TAUCHNITZ)
1893.

Das Recht der Uebersetzung wird vorbehalten.

Die Verlagshandlung.

ANATOMISCHER ATLAS

DER

PHARMAKOGNOSIE UND NAHRUNGSMITTELKUNDE

VON

DR. A. TSCHIRCH,
PROFESSOR DER PHARMAKOGNOSIE, DIREKTOR DES PHARMAZEUT. INSTITUTES DER UNIVERSITÄT BERN.

UND

DR. O. OESTERLE,
ASSISTENT AM PHARMAZEUT. INSTITUTE DER UNIVERSITÄT BERN.

ERSTE ABTEILUNG

TAFEL 1—40.

LEIPZIG
CHR. HERM. TAUCHNITZ
1895.

KINGS COLLEGE LONDON

VERZEICHNIS

der

behandelten Objekte und Pflanzen in alphabetischer Reihenfolge.

Tafel 1—40.

	Tafel	Seite
Acorus Calamus L.	20	79
Althaea officinalis L	30	125
Anis	14	51
Anthemis nobilis L.	—	7
Antophylli	13	49
Archangelica officinalis Hoffm.	1	1
Arghel	7	26
Brassica juncea Hook. fil. et Thoms.	—	19
„ nigra Koch	5	17
Calendula officinalis L.	23	95
Canella alba Murray	32	135
Cannabis sativa L.	15	55
Capsicum annuum L.	4	13
Cardamomen, Ceylon	—	146
„ Malabar	34	143
Carieae	28	117
Carthamus tinetorius L.	23	96
Caryophylli	13	47
Cassia acutifolia Del.	7	25
„ angustifolia Vahl	7	25
„ obovata Collad.	7	25
China Calisaya	9	36
„ Guajaquil	—	36
„ Huanuco	—	36
„ Loxa	—	36
„ Maracaibo	—	36
„ rubra	—	36
„ succirubra	9	35
Chocolade	—	24
Chrysanthemum cinerariaefolium Benth. et Hook.	40	171
„ roseum Web. et Mohr	40	173
Cinchona Calisaya Wed.	9	33
„ Succirubra Pav	9	33
Cinnamomum Cassia Blume	31	129
Coffea arabica L.	18	67
„ liberica Bull.	18	67
Conium maculatum L.	36 u. 37	155
Cort. canellae	32	135
„ cassiae caryophyllatae	32	137
„ chinae	9	33
„ cinnamomi cassiae	31	129
„ „ ceylanici	32	132
Cort. granati	21	83
Crocus	23	91
Crocusfälschungen	23	93, 97, 99, 113 u. 115
Crocus sativus L.	23	91
Cureuma longa L.	24	99
Dicypellium caryophyllatum Nees	32	137
Elettaria Cardamomum White et Maton	34	143
Epilobium angustifolium L.	3	10
Eugenia caryophyllata Thunb.	13	47
Feigenkaffee	28	120
Fenchel	14	52
Ficus Carica L	28	117
Flor. calendulae	23	95
„ carthami	23	96
„ chamomillae romanae	—	7
„ „ vulg.	2	5
„ pyrethri	40	171
„ sambuci	12	43
„ tiliae	11	41
„ verbasci	22	87
Foeniculum capillaceum Gilb.	14	52
Fol. coffeae	18	71
„ menthae crisp.	19	75
„ „ pip.	19	73
„ sennae	7	25
„ Theae	3	9
Follieuli sennae	7	26
Fruct. anisi vulg.	14	51
„ cannabis	15	57
„ capsici annui	4	13
„ cardamomi	34	143
„ coffeae	18	68
„ conii	37	160
„ foenieuli	14	52
„ papaveris	17	63
„ piperis	25	103
„ Sambuci	12	44
„ sennae	7	26
„ vanillae	16	59
Glycyrrhiza glabra L.	8	29

	Tafel	Seite
Guilandina echinata Spr.	27	115
Herba cannabis ind.	15	55
„ conii	36 u. 37	155
„ hyoscyami	39	167
Hyoscyamus niger L	39	167
Imperatoria Ostruthium L.	38	163
Ingwer	26	109
Ingwerfälschungen	—	111
Insektenpulver	40	171
Insektenpulverfälschungen	—	174
Iris florentina Lam.	29	121
„ germanica L.	29	121
„ pallida Lam.	29	121
Kaffee	18	67
Kaffeefälschungen	—	71
Kakao	6	21
Levisticum officinale Koch	—	3
Lign. fernambuci	27	115
„ santali rubr.	27	113
Lithospermum officinale	3	11
Matricaria Chamomilla L.	2	5
Mentha crispa	19	75
„ piperita L.	19	73
Menthaarten, andere	19	76
Nelken	13	47
Nelkenstiele	13	49
Opium	17	65
Opiumfälschungen	—	66
Papaver somniferum	17	63
Pfeffer	25	103
Pfefferfälschungen	—	107
Pimpinella Anisum L.	14	51
Piper	25	103
„ album	25	107
„ nigrum L.	25	103
Prunus spinosa	3	11
Psychotria Ipecacuanha Müll. Arg.	10	37
Pterocarpus santalinus L. fil.	27	113
Punica Granatum L.	21	83
Rad. althaeae	30	125
Rad. angelicae	1	1
„ ipecacuanhae	10	37
„ levistici	—	3
„ liquiritiae russic.	—	31
„ taraxaci	33	139
Rhiz. calami	20	79
„ curcumae	24	99
„ imperatoriae	38	163
„ iridis	29	121
„ zingiberis	26	109
Rosa centifolia	3	11
Saffran	23	91
Salix alba	3	11
„ pentandra	3	11
Sambucus nigra	3 u. 12	11 u. 43
Sarepta-Senf	—	19
Sem. cacao	6	21
„ capsici annui	4	14
„ coffeae	18	67
„ erucae	5	19
„ hyoscyami	39	168
„ papaveris	17	64
„ sinapis nigr.	5	17
„ strychni	35	149
Senf	5	17
Sinapis alba L.	5	19
Solenostemma Arghel Heyne	7	26
Stolones liquirit. hispanic.	8	29
Strychnos Nux vomica L.	35	149
Taraxacum officinale L.	33	139
Thea sinensis und assamica	3	9
Thee	3	9
Theeverfälschungen	3	10 u. 71
Theobroma Cacao L.	6	21
Tilia europaea L.	11	41
Ulmus campestris	3	11
Vanilla planifolia Andr.	16	59
Verbascum thapsiforme Schrad.	22	87
Zimmt	31	129
Zingiber officinale Roscoe	26	109

VERZEICHNIS

der

behandelten Objekte in der Reihenfolge der Veröffentlichung.

Tafel 1—40.

	Tafel	Seite
Rad. angelicae	1	1
„ levisticae	—	3
Flor. chamomillae vulg.	2	5
„ „ roman.	—	7
Folia Theae	3	9
„ von Epilobium angustifolium	3	10
„ „ Salix alba	3	11
„ „ Salix pentandra	3	11
„ „ Ulmus campestris	3	11
„ „ Prunus spinosa	3	11
„ „ Sambucus nigra	3	11
„ „ Rosa centifolia	3	12
„ „ Lithosperm. officinale	3	12
Fructus capsici annui	4	13
Sem. sinapis nigr.	5	17
Sarepta-Senf	—	19
Sem. erucae	5	19
Kakao	6	21
Fol. sennae (acutifol. und angustifol.)	7	25
Fruct. sennae	7	26
Fol. Arghel	7	26
Stolones liquiritiae hispanic.	8	29
Rad. liquiritiae russic.	—	31
Cort. chinae	9	33
„ „ Succirubra	—	36
„ „ Calisaya	—	36
„ „ Loxa	—	36
„ „ Huanuco	—	36
„ „ Guajaquil	—	36
„ „ Maracaibo	—	36
„ „ Rubra	—	36
Rad. ipecacuanhae	10	37
Flor. Tiliae	11	41
Flor. sambuci	12	43
Fruct. sambuci	12	44
Fol. sambuci	12	11
Caryophylli	13	47
Nelkenstiele	13	49
Antophylli	13	49
Fruct. anisi vulg.	14	51
„ foeniculi	14	52
Herba cannabis ind.	15	55
Fruct. cannabis	15	57
Fruct. vanillae	16	59
„ papaveris	17	63
Sem. papaveris	17	64
Opium	17	65
Kaffee	18	67
Fol. Coffeae	18	71
„ menthae piperitae	19	73
„ menthae crispae	19	75
Andere Menthaarten	19	76
Rhizoma calami	20	79
Cortex granati	21	83
Flor. verbasci	22	87
Crocus	23	91
Flor. calendulae	23	95
„ carthami	23	96
Andere Saffranfälschungen	—	97
Rhizoma curcumae	24	99
Piper nigrum	25	103
„ album	—	107
Pfefferfälschungen	—	107
Rhizoma zingiberis	26	109
Verfälschungen des Ingwer	—	111
Lignum santali rubr.	27	113
„ Fernambuci	27	115
Caricae	28	117
Feigenkaffee	—	120
Rhizoma iridis	29	121
Rad. althaeae	30	125
Cort. cinnamomi cassiae	31	129
„ cinnamomi ceylanici	32	132
„ canellae	32	135
„ cassiae caryophyllatae	32	137
Rad. taraxaci	33	139
Fruct. cardamomi	34	143
Sem. strychni	35	149
Herba conii	36	155
„ „	37	—
Fruct „	37	160
Rhizoma imperatoriae	38	163
Herba hyoscyami	39	167
Sem. „	39	168
Flor. pyrethri	40	171

VORWORT.

Als ich im Jahre 1889 den ersten Band meiner „Angewandten Pflanzenanatomie“ herausgab, habe ich versprochen, ihm bald den zweiten, die specielle Anatomie enthaltenden, folgen zu lassen. Da der erste auf dem für den zweiten Band seit Jahren gesammelten Beobachtungsmaterial, welches geordnet und redigiert in meinem Schreibtisch ruhte, fufst, schien es mir leicht, das Versprechen auch halten zu können. Seine Ausgabe wurde aber zuerst durch eine Reise nach Indien, dann durch meine Übersiedelung nach Bern verzögert, und als ich endlich an die endgiltige Redaktion des Manuskriptes ging, zeigte es sich, dafs ohne zahlreiche neue Abbildungen viele der mitgeteilten Thatsachen nicht verständlich sind. So habe ich mich denn entschlossen, an die Stelle des zweiten Bandes einen Atlas treten zu lassen, dessen tausende von Einzel-Abbildungen eine eindringlichere und klarere Sprache reden werden, als es die beste Beschreibung vermöchte. Übrigens bildet sowohl der Atlas, wie die Angewandte Anatomie jedes für sich ein in sich abgeschlossenes Ganzes. Sie hängen nur insofern zusammen, als ich der Terminologie der Angewandten Anatomie auch in dem begleitenden Texte des Atlas gefolgt bin. Diese Terminologie ist aber im Grossen und Ganzen die allgemein benutzte. In Einzelfällen ist auf die Angewandte Anatomie verwiesen.

Ich habe nun, um ein rascheres Erscheinen zu ermöglichen, mich mit Herrn Dr. Oesterle verbunden und die Arbeit zwischen ihm und mir in der Weise geteilt, dass ich im allgemeinen die Beobachtungen, die Skizzen und den Text und er die Ausführung der Zeichnungen übernahm, natürlich ohne strenge Scheidung, doch so, dass ich für die Beobachtungen die Verantwortlichkeit trage.

Bei der Redaktion sind folgende Gesichtspunkte mafsgebend gewesen. Da das Mikroskop von dem Apotheker und Nahrungsmittelexperten jetzt besonders zur Untersuchung pulverförmiger Drogen, Nahrungs- und Genussmittel Verwendung findet, habe ich den Pulvern dieser Objekte meine besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Da aber eine zuverlässige Diagnose eines Pulvers auf einer genauen Kenntnis der Anatomie der betr. Droge fufsen muss, so war die Beschreibung der anatomischen Merkmale zuvörderst nötig, und erst aus dieser Beschreibung wurde die Diagnose des Pulvers abgeleitet. Bei der Charakterisierung der anatomischen Merkmale wurde nur dann retrospektiv auch die Entwicklungsgeschichte (bei Wurzeln z. B. der primäre Bau) oder vorschauend das weitere Schicksal (bei Samen z. B. die Keimungsgeschichte) herangezogen, wenn dies für das Verständnis des als Droge oder Nahrungsmittel vorliegenden Entwicklungsstadiums erforderlich war. Immerhin hat dies Verfahren den Vorzug, dafs durch dasselbe eine erschöpfende anatomisch-botanische Kenntnis der Drogen und Nahrungsmittel angebahnt wird, der Atlas also nicht nur für den Apotheker und Nahrungsmittelexperten, sondern auch für den Botaniker brauchbar wird. So wird denn auch der letztere auf jeder Tafel wenigstens einige neue anatomische Details finden.

Um nun die Diagnose des Pulvers möglichst zu erleichtern, sind die Darstellungen der Längs- und Flächenansichten, die man ja selbstverständlich bei gepulverten Objekten in erster Linie zu sehen bekommt, meist in der Weise durchgeführt worden, dafs die einzelnen untereinander liegenden Schichten in der Reihenfolge, wie sie aufeinander folgen, zum Teil wirklich unter oder, wenn dies nicht möglich war, nebeneinander dargestellt wurden, so dass die Flächenansichten also nicht beliebig herausgegriffene, sondern alle Schichten in ihrer natürlichen Folge von oben nach unten bringen. Dies ist für Früchte, Samen, Blüten und Blätter durchgeführt worden; für Wurzeln und Rinden haben wir wegen der Gleichartigkeit der Gewebe die ältere Darstellungsweise beibehalten.

Nach meinen Erfahrungen bietet die vollständige Darstellung aller Schichten in ihrer natürlichen Lage für den Mikroskopiker besonders den Vorteil, dafs er sich rasch

orientiert und die Diagnose schon nach den Abbildungen allein mit grosser Schärfe zu stellen vermag.

Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich, wendet sich also der Atlas in allererster Linie an den Apotheker, den praktischen Pharmakognosten und den Nahrungsmittelexperten. Er wünscht beide in den Stand zu setzen mit Hülfe des Mikroskopes Identität und Reinheit der Drogen, Nahrungs- und Genufsmittel festzustellen. Aber nur in der Hand des geschulten Anatomen ist das Mikroskop im Stande, beweisende Daten zu liefern. Geschulte Anatomen für die mikroskopische Praxis zu erziehen ist daher, wie es das Ziel eines Teiles meiner Lehrthätigkeit ist, auch Zweck und Ziel des vorliegenden Atlas.

Ich habe lange geschwankt, ob ich nicht auch in dem Atlas, wie in der Angewandten Anatomie durch reichliche Citate den Benutzer in die Lage setzen solle, die Litteratur kennen zu lernen, ob ich nicht in eine Kritik der früheren Beobachtungen eintreten solle. Ich habe darauf verzichtet, erstlich weil die Litteratur bis 1889, wie ich glaube, nahezu vollständig in der Angewandten Anatomie bereits citiert ist, zweitens, weil durch Diskussion der Litteratur der Umfang des Textes verdoppelt worden wäre, und drittens, weil alle mitgeteilten und dargestellten anatomischen Befunde auf eigenen Beobachtungen beruhen und es für den Benutzer von relativ geringem Interesse ist, ob die mitgeteilte Thatsache längst bekannt ist oder hier zum ersten Male publiziert wird, ob der Autor die Sache so, jener anders deutet. Der Kundige wird die neue Beobachtung, die abweichende Deutung leicht erkennen, und für den Unkundigen ist der Streit der Meinungen gleichgiltig. Wichtiger erscheint mir, dass alle Befunde auf erneuten Beobachtungen fufsen, das, was mitgeteilt wird, ausschliefslich Selbstgeschautes darstellt.

Der vorliegende Atlas, der an die Stelle des im Buchhandel vergriffenen und nicht mehr neu aufgelegten Berg'schen Atlas treten soll, wird in Lieferungen von je 5 Tafeln in etwa einem Jahre zu Ende geführt werden. Der Tafel gegenüber wird im Texte eine kurze Figurenerklärung stehen. Da die Buchstabenbezeichnungen der Figuren bei den correspondierenden Geweben bez. Zellen für alle Tafeln dieselben sind, werden sie nicht für jede Tafel wiederholt, sondern in einer der dritten Lieferung beizulegenden Tabelle übersichtlich zusammengestellt werden. Auch ohne diese Tabelle ist übrigens jede Tafel an der Hand des Textes verständlich.

Ich schliefse diese einleitenden Bemerkungen mit den gleichen Worten, mit denen Berg 1864 das Vorwort seines vortrefflichen Atlas schlofs: „Verfasser hat diese Arbeit weniger für den geübten Pharmakognosten, denn der bedarf solcher Hilfsmittel nicht, sondern für die Jünger dieses selbst erst in der Entwicklung begriffenen Lehrfachs unternommen und wird sich hinlänglich belohnt finden, wenn durch diese Anregung einige neue Freunde derselben gewonnen werden".

Pharmac. Institut der Universität Bern, Februar 1893.

Tschirch.

Rad. angelicae.

Engelwurzel, Racine d'Angelique, Angelica Root.

Das Lupenbild der Wurzel von Archangelica officinal. Hoffm. zeigt einen centralen markfreien, durch verschieden lange Holzstränge und breite Markstrahlen deutlich strahlig gebauten Holzkörper, dessen grofse Gefäfse klar hervortreten. Die dunkle, ihn rings umziehende Linie ist das Kambium. In der sehr lückigen Rinde erkennt man die weiten Ölbehälter schon mit blofsem Auge und kann leicht feststellen, dafs sie weiter sind als die Gefäfslumina (Fig. 1). Das Lupenbild des Rhizoms zeigt den verzogen-vierseitigen Holzkörper rings um das lückige Mark (Fig. 2). Die Ölbehälter der Rinde lassen oft radial-strahlige Anordnung erkennen.

Das primäre Bündel der Wurzel ist radial-diarch (Fig. 3), wird aber sehr frühzeitig kollateral, so dafs eine $^1/_2$ mm dicke Wurzel schon beiderseits von der medianen Gefäfsplatte 10—15 sekundäre Gefäfse aufweist. Die Diarchie ist auch noch bei 2 mm dicken Wurzeln deutlich an den beiden gegenüberstehenden, breiten, primären Markstrahlen zu erkennen (*pmk* Fig. 1). Die im Durchmesser stets kleinen primären Gefäfse sind auch in den dicksten Wurzeln noch im Centrum aufzufinden. Bei den jüngsten Wurzeln fehlen Ersatzfasern noch ganz, die bei älteren die Stelle der Tracheiden einnehmen und die Gefäfse oft umsäumen. Die Siebbündel sind breit; auf die beiden Gefäfsstrahlen laufen die Anlagen der primären Markstrahlen zu (Fig. 3). Die Endodermis besteht aus grofsen, tangential gestreckten Zellen, die primäre Rinde aus 2—3 Reihen grofser Parenchymzellen (Fig. 3). Sie wird frühzeitig abgeworfen. Eine 0,4 mm dicke Wurzel zeigt vor den primären Siebteilen bereits je zwei 25—35 mik weite sekundäre Gefäfse, während die 8—10 in einer Reihe liegenden primären Gefäfse nur 4 bis 16 mik messen. Die kambiale Zone ist undeutlich, Ersatzfasern sind nur sehr wenige vorhanden. Im Markstrahlgewebe sind zahlreiche Lücken. Anlagen der Ölbehälter sind noch nicht wahrnehmbar. Parenchym, Pericambium und Siebelemente sind reichlich mit Stärke erfüllt. In diesem Stadium bildet die verkorkte Endodermis nebst dem pericambialen Korkzuwachs (Fig. 3) den einzigen Schutz der Wurzel, da die primäre Rinde bereits in Ablösung begriffen ist. In einer 0,5 mm dicken Wurzel sind Ölbehälter noch nicht wahrnehmbar. In einer 0,6 mm dicken Wurzel ist in dem sekundären Siebteile ein Ölbehälter wahrnehmbar. Die Reihen der Korkzellen haben sich auf 3—5 vermehrt. Solche zarte Wurzeln sind in der Droge gar nicht selten aufzufinden. Die Hauptmasse derselben besteht aber aus älteren, etwa 5 mm dicken Wurzeln.

Ein Querschnitt derselben zeigt folgendes Bild. Begrenzt wird der Wurzelkörper nach aufsen von einer schmalen Korkzone (Aufsenrinde), die nur bei den dickeren Wurzeln 5 bis 6 Korkzellreihen dick wird, meist nur ein- bis dreireihig ist. Die Mittelrinde ist nur schmal. Sie besteht aus im Querschnitte ziemlich stark tangential gestreckten, stärkeerfüllten, dünnwandigen Parenchymzellen von mäfsiger Länge, an die sich nach innen zu rundliches, noch weniger in die Länge gestrecktes, dünnwandiges Parenchym anschliefst, welches aufserordentlich lückig ist. Meist hängen die Zellen in radialer oder tangentialer Richtung zu einfachen Reihen vereinigt aneinander und zwischen diesen liegen alsdann weite Lufträume. Dies Zerreifsen der Rinde findet fast nur in der eben beschriebenen Schicht statt. Nur bei alten Wurzeln sind auch die äussersten Partien der Innenrinde lückig-zerrissen. Diese weiten Luftlücken entstehen, wenigstens ihrer Mehrzahl nach, nicht durch ein Zerreifsen der Zellwände, sondern — schizogen — in der Weise, dafs sich die Mittellamelle auf weite Strecken auflöst und so Zellreihen und Zellgruppen voneinander trennt. Die Innenrinde bildet bei weitem die Hauptmasse der Rinde. Sie beginnt bei dem aus etwa 5—10 Reihen dünnwandiger Zellen der charakteristischen Form gebildeten Reihen-Kambium (*c*, Fig. 4) und reicht bis zu den Endigungen der Rindenstrahlen. Letztere laufen nach aufsen, ohne eine scharfe Grenze zwischen Innen- und Mittelrinde zu bilden, mit blinden, bisweilen sich verbreiternden Enden. Sie sind als die direkten Fortsetzungen der Markstrahlen auch von gleicher Breite wie diese. Meist sind sie etwa 4 Zellen breit, seltener nur einreihig oder bis achtreihig (Fig. 4). Ihre Zellen sind im Querschnitt mehr oder weniger stark radial, in der Längsrichtung aber gar nicht gestreckt, so dafs sie auf dem tangentialen Längsschnitt rundlich erscheinen (Fig. 6), auf dem radialen das bekannte

Mauerparenchym darstellen. Die Zellen dieser Rindenstrahlen führen reichlich Stärke. Niemals liegen in den Rindenstrahlen Sekretbehälter. In der kambialen Region sind dort, wo der Markstrahl sich an den Rindenstrahl ansetzt, die Initialzellen der Mark- bez. Rindenstrahlzellen meist auch im Winterzustande deutlich noch zu erkennen. Zwischen den Rindenstrahlen liegt nun die eigentliche Innenrinde (Fig. 4). Sie besteht aus Rindenparenchym (Phloëmparenchym), Siebröhren (mit Geleitzellen), Cambiform und gestreiften Spindelfasern. Das Rindenparenchym gleicht dem der inneren Schichten der Mittelrinde: es besteht aus wenig in der Längsrichtung gestreckten, dünnwandigen Zellen. Die Siebröhren, im Querschnittsbilde durch dickere, stark lichtbrechende Cellulosewände prägnant hervortretend (Fig. 5), sind im Längsschnitt ungleich schwieriger aufzufinden. Die Siebplatten sind, besonders in den äufseren Partien der Rinde, sehr undeutlich, da daselbst die bekannte Obliteration der Siebröhren (Angw. Pflanzenanatomie S. 346) eingetreten ist. Begleitet werden die Siebröhren von zahlreichen, verhältnismäfsig dünnwandigen, spindelförmigen Fasern, die meist keilförmig an den Enden zugespitzt sind und deren Membran eine zierliche Streifung zeigt (Fig. 8). In steilen Rechtsspiralen läuft das eine, in steilen Linksspiralen das andere Streifensystem, jenes erstere schneidend, um die Wand der Zelle. Die gestreiften Fasern sind oftmals quergekammert. Dies ganze Gewebe ist der Länge nach reich durchlüftet. Die Spindelfasern führen Inhalt, sind also als eigentümliche Zwischenbildungen zwischen Bastfasern (bez. Libriform, denn sie finden sich in gleicher Ausbildung auch im Holzkörper) und Ersatzfasern. Ihre Funktion ist daher auch eine doppelte, vorwiegend jedoch scheinen sie das mechanische Element der Wurzeln darzustellen.

Stärke ist in gröfster Menge in den Rindenstrahlen, den äufsersten Partien der Innenrinde und ganz besonders in der Mittelrinde vorhanden. Die zwischen den Rindenstrahlen liegenden Partien sind, wenn auch nicht stärkefrei, so doch sehr stärkearm: nur die gekammerten Fasern und das Parenchym (Phloëmparenchym) enthalten Stärke in sehr kleinen Mengen. Die Stärke (Fig. 9) bildet stets kleine rundliche, aber nicht genau runde Körner von 1—5 mik Gröfse. Eiweifsreaktion tritt besonders deutlich in dem Kambium und den Siebröhren hervor, die beide stärkefrei sind.

Der Holzkörper besteht aus radial-strahlig angeordneten Gefäfsgruppen, die von Holzparenchym und von gestreiften Fasern begleitet und umgeben werden (Fig. 4). Die letzteren gleichen denen der Rinde. Voneinander getrennt werden die „Holzstrahlen“ durch primäre und sekundäre Markstrahlen, die im Bau den Rindenstrahlen vollständig gleichen (Fig. 6 *mk*, s. oben), wie diese reichlich mit Stärke erfüllt sind und sich, das Kambium überspringend, direkt in dieselben fortsetzen. Bei jüngeren Wurzeln ist eine radial-reihenförmige Anordnung der Elemente sowohl des Siebteils als des Gefäfsteils zu beobachten, so dafs man auf weite Strecken hin die Glieder einer Kambial-Initialzelle verfolgen kann.

Die Wurzel wird in Cölleda bei Beginn des Herbstes gegraben, sie ist also bereits mit Reservestoffen angefüllt.

Selbst ganz zarte und junge, nur 0,3—0,5 mm dicke Wurzeln zeigen schon einen deutlich kollateralen Bau des Wurzelbündels.

Auf Phloroglucin und Salzsäure reagieren nur die Gefässwandungen rot — nur diese sind also verholzt, die gestreiften Fasern nicht.

Die Gefäfse sind selbst in den dünnen Wurzelfasern sämtlich leiter-netzförmig getüpfelt (Fig. 6), spiralige oder Ringverdickungen fehlen. Die Gefäfse liegen häufig in zwei- bis vielgliederigen Gruppen radial hintereinander. Die trennenden Querwände der Zellen, aus denen das Gefäfs hervorging, sind oftmals nicht gänzlich resorbiert, so dafs häufig noch eine breite Ringleiste, ja sogar bisweilen noch die ganze Querwand stehen geblieben ist. Die letztere zeigt alsdann im Querschnittsbilde ebenfalls deutliche, netzförmige Verdickungsleisten.

Ein Markkörper fehlt den Wurzeln gänzlich, nur das kurze, dicke, geringelte Rhizom zeigt ein kleines, von rundlichen Parenchymzellen gebildetes Mark (Fig. 2). Dasselbe ist jedoch meist geschwunden, so dafs sich an seiner Stelle Hohlräume finden.

In der Innenrinde, und zwar in den zwischen den Rindenstrahlen liegenden Partien, wie auch in der Mittelrinde finden sich grofse und weite Ölbehälter (Fig. 4). Dieselben sind im Querschnitt rundlich oder oval (alsdann etwas in tangentialer Richtung gestreckt) und in der Längsrichtung sehr — oft viele Centimeter — gestreckt (Fig. 7). Dabei verlaufen sie zwar im allgemeinen achsial senkrecht, doch sind Schlängelungen nicht eben selten. Sie sind schizogenen Ursprungs und demnach von einem dünnwandigen Secernierungsepithel umgeben (*sec.* Fig. 5). Die Zahl der secernierenden Zellen ist meist durch 2 teilbar, 4, 6 oder 8 sind häufige Zahlen. Der Inhalt des Intercellularkanals ist Öl, der der Secernierungszellen eine körnige Substanz. Ausgekleidet sind diese Kanäle wie alle schizogenen (mit Ausnahme derer der Myrtaceen), mit einem in Schwefelsäure und Schultzescher Flüssigkeit unlöslichen Häutchen „innere Haut“ (Fig. 5, *ih*). Zwischen diesem und der Cellulosewand der secernierenden Zellen ist der Ort der Harzbildung zu suchen, in dieser resinogenen Schicht findet sich eine von Fäden durchzogene Schleimmasse, in welcher Harz reichlich auftritt, eine Harz-Schleimemulsion. Löst man das Harz heraus, so bleibt die in Chloral stark quellende Schleimmasse zurück. Das Häutchen, welches die Schleimmembranpartie (die resinogene Schicht) gegen den Kanal und das sich dort vorfindende Harz abschliefst, ist keine Cuticula, denn sie löst sich in Chromsäure. Wahrscheinlich ist es ein für Öl permeables Grenzhäutchen, entstanden durch den Kontact der Harzmasse mit der Schleimmembran. Die weitesten Kanäle (140—180 mik, seltener bis 200 mik längsten Durchmessers) liegen in den äufseren Partien der Rinde, sie sind stets tangential-oval; die engsten (40—70 mik) liegen in dem innersten Teile der Innenrinde, sie sind im Querschnitte rund (Fig. 4). Die Ölbehälter sind, mit einziger Ausnahme der innersten, engsten, bei weitem weiter als die Gefässe, die nur 27—56 mik weit sind (Unterschied von Levisticum). Nicht

selten sind die Ölgänge in radialen oder radial-bogigen Reihen angeordnet (Fig. 1), so dafs die Rinde der Wurzel eine geflammte Zeichnung erhält, noch mehr ist dies im Rhizom der Fall. Bei diesem lassen sich schon ohne Lupe leicht die Bogenreihen der Ölgänge erkennen (Fig. 2).

Das die Ölbehälter unmittelbar umgebende Rindengewebe pflegt dickere Wände zu besitzen als das übrige (Fig. 5 u. 7), ohne dafs man jedoch von „mechanischen Scheiden" der Sekretbehälter reden könnte.

Das Pulver.

Im Pulver erkennt man leicht die zahlreichen charakteristischen Stärkekörner (Fig. 9). Bringt man das Pulver in Chloralhydratlösung (5 : 2), so findet man sowohl zahlreiche Gefäfsfragmente, wie das dünnwandige Parenchym und Korkzellen. Auch die gestreiften Fasern (Fig. 8) treten alsdann deutlich hervor und sind nicht zu übersehen.

Rad. levistici.

Liebstockwurzel, Racine de Livêche, Lovage Root.

Das primäre Wurzelbündel von Levisticum officinale Koch ist radial-diarch, wird aber schon sehr frühzeitig kollateral. Ebenso wird auch die primäre Rinde durch koncentrische Korkbildung im Pericambium abgeworfen, so dafs bereits bei einer 1 mm dicken Wurzel der perikambiale Binnenkork zu äusserst liegt und von der primären Rinde nur noch Fetzen übrig geblieben sind, bei dickeren häufig nicht einmal diese.

Eine ca. 5 mm dicke Wurzel, wie sie in der Droge sich reichlich finden, zeigt daher einen deutlichen, ringsumlaufenden Verdickungsring (Kambium) von nahezu kreisförmigem Umriss. In der aufsen stark zerrissenen sekundären Rinde waltet das Phloëmparenchym vor. Daneben finden sich, besonders in der inneren Partie, Siebelemente. Dünnwandige, ein- bis zweireihige Rindenstrahlen durchziehen ziemlich gerade die Rinde in radialer Richtung. Den zwischen diesen liegenden Rindenpartien (Siebteil) sind zahlreiche, sehr lange, in den inneren Partien 40—50, in den äusseren 70 (bis 160 mik) weite schizogene Ölbehälter eingebettet, die in ihrem Längsverlauf ungleich weit sind und von einem zartwandigen Secernierungsepithel ausgekleidet werden. Sie enthalten ätherisches Öl, zeigen die resinogene Schicht und die innere Haut deutlich.

Die Weite der auf weite Strecken hin in regelmässigen Radialreihen angeordneten Elemente der sekundären Rinde und der Ölbehälter nimmt von innen nach aussen kontinuierlich zu.

Der centrale Holzkörper wird durch die beiden primären Markstrahlen in zwei Teile halbiert. Die letzteren laufen direkt auf die primäre Gefässplatte zu, deren Elemente sich von dem sekundären Holze durch geringere Weite unterscheiden. Das sekundäre Holz bildet die Hauptmasse des centralen Holzkörpers; er besteht aus zahlreichen (bei einer 5 mm dicken Wurzel ca. 30) Holzstrahlen, die durch sekundäre Markstrahlen voneinander getrennt sind. Die Gefässe sind durchweg netzleistenförmig verdickt, im Querschnitt rundlich-eckig, 25—70 mik weit, also etwa von der Weite der in den inneren Rindenpartien liegenden Ölbehälter.

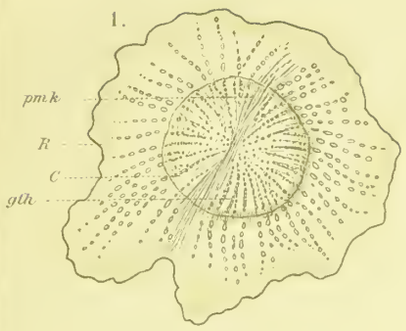
Stärke findet sich bei der im Herbst gegrabenen Wurzel in der ganzen sekundären Rinde, im Holzparenchym und den Markstrahlen des Centralcylinders. Eine im Frühjahr gegrabene Wurzel war gänzlich stärkeleer.

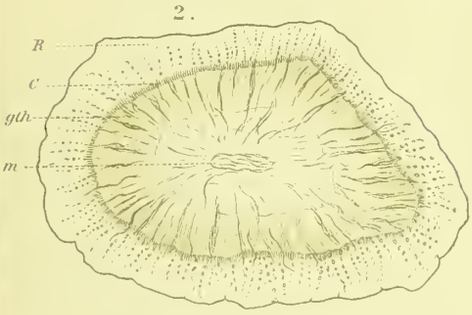
Tafel 1.

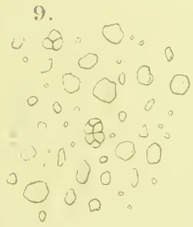
Erklärung der Abbildungen

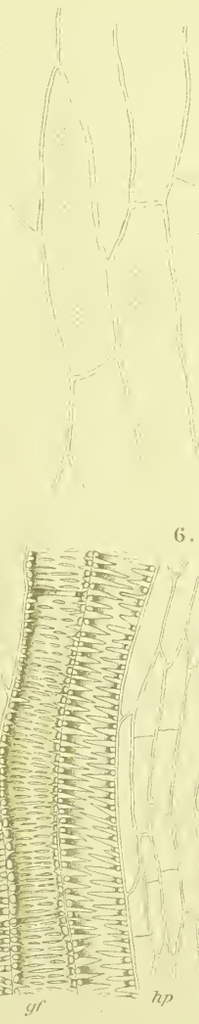
(Rad. angelicae.)

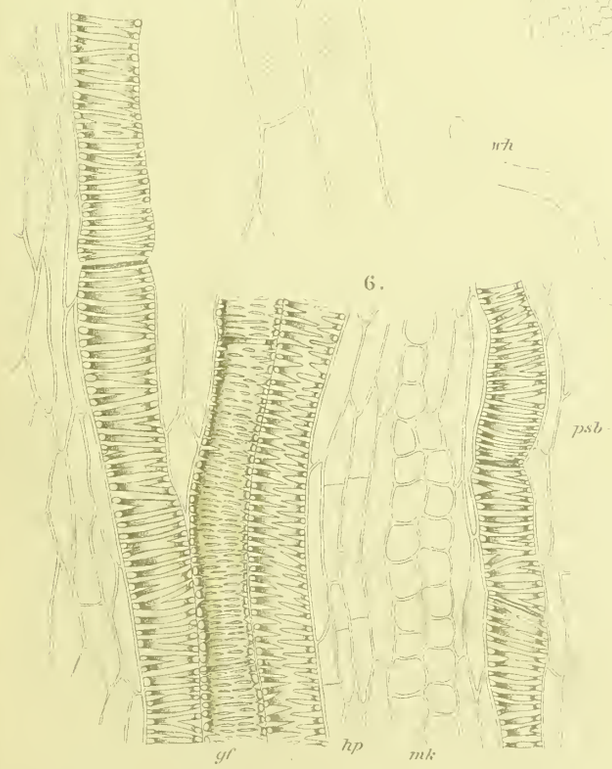
1. Lupenbild einer dickeren Wurzel.
2. Lupenbild des Rhizoms.
3. Primärer Bau der Wurzel.
4. Querschnitt durch die Wurzel am Kambium.
5. Sekretbehälter, Querschnitt.
6. Tangentialer Längsschnitt durch den Holzteil.
7. Sekretbehälter, Längsschnitt.
8. Ersatzfasern, Längsansicht.
9. Stärke.


1.
pmk
R
C
gth

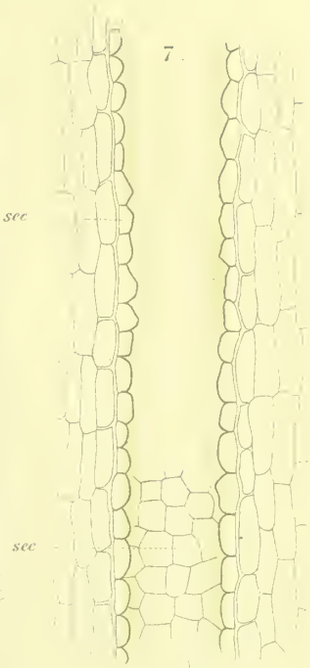

2.
R
C
gth
m

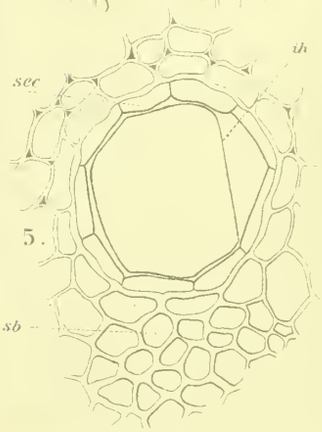

9.

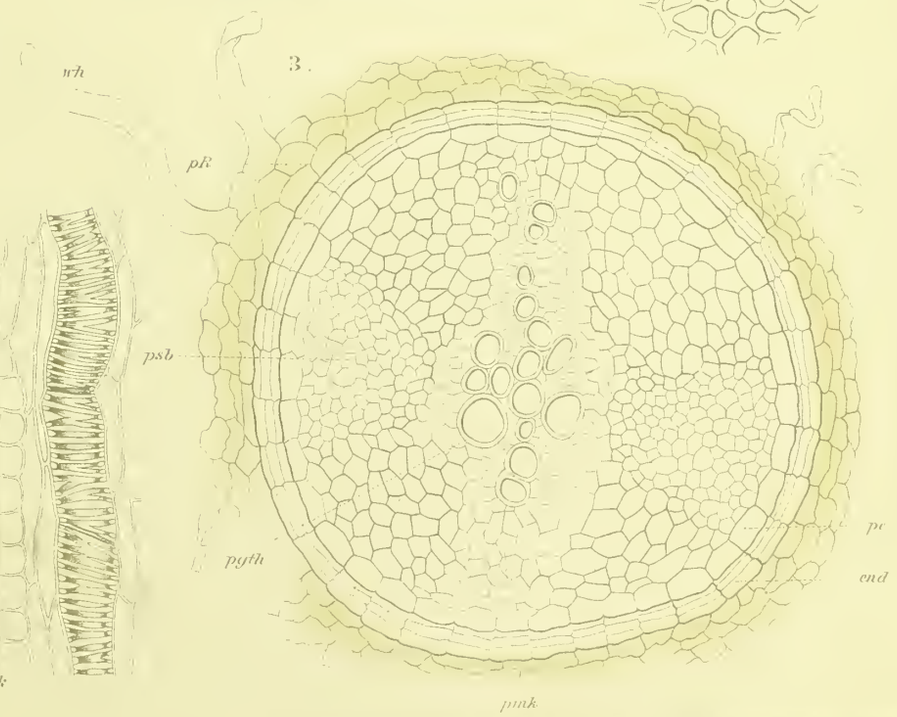

8.


6.
gf
hp
mk

4.
scb
rst
c
gf
mk


7.
sec
sec


th
sec
5.
sb


wh
3.
pR
psb
pe
pgth
end
pmk

Flor. chamomillae vulg.

Gemeine Kamillen, Camomille d'Allemagne ou commune, Common Chamomiles.

Die Blütenkörbchen von Matricaria Chamomilla L. besitzen einen Blütenboden, der anfangs flach ist, dann konisch-kegelförmig und endlich spitz-kegelförmig wird. Mit dieser Veränderung Hand in Hand geht ein Umbiegen der Randblütenzungen. Anfangs stehen dieselben aufrecht, dann wagerecht und bei völlig aufgeblütem Körbchen sind sie nach unten zurückgeschlagen (Fig. 1). Die Zahl der weiblichen Randblüten (Fig. 1, *r*) beträgt im Durchschnitt 15, die der röhrenförmigen Scheibenblüten (Fig. 1, *sch*) ist sehr grofs und wechselnd. Das Aufblühen der letzteren erfolgt basipetal. An der Spitze des Blütenbodens findet man daher stets noch unaufgeblüte Röhrenblüten (Fig. 1, *a*).

Der etwa $1^1/_2$—2 mm dicke Blütenboden (Fig. 1, *hyp*) trägt keine Spreublätter. Er ist infolge nachträglichen Zerreifsens des centralen Gewebes im Innern hohl und besteht aus dünnwandigem Parenchym, dessen Zellen kurz sind. Die geringen Vertiefungen des Blütenbodens entsprechen den Stellen zwischen den Blüten. Die letzteren sitzen auf einem seichten parenchymatischen Polster, dessen Zellen gegen die Blüte hin gestreckt sind (Fig. 13 u. Fig. 14, *p*). In den Blütenboden treten von dem Blütenstiele aus 8 Bündel ein; dieselben verzweigen sich in dem Blütenboden zu einem anastomosierenden Netze feiner Bündelchen in der Weise, dafs die gröfseren inneren Bündel Verzweigungen in die oberen, die kleineren äufseren Bündel Zweige in die unteren Blüten entsenden (Fig. 13). Auch untereinander bilden die Bündel Anastomosen. Die inneren Bündel werden (an ihrer Aufsenseite) von zarten schizogenen Sekretbehältern begleitet (Fig. 13, *scb.*), die bisweilen der Länge nach halbiert sind (Fig. 14). Das Chlorophyll- und Stärke-körner führende Parenchym des Blütenbodens ist reich durchlüftet, und zwar um so stärker, je weiter nach innen. Die Aufsenwand der Epidermis besteht aus mehreren Schleimschichten (Schleimepidermis, Fig. 14, *schle*). Schichtung ist deutlich. Läfst man Wasser zu dem in Alkohol liegenden Präparate fliefsen, so hebt sich die Kuticula blasig ab, und zwar stets auf der ganzen zwischen den Blüten liegenden Partie (Fig. 13 u. 14, *ab*). Diese Einrichtung hat offenbar den Zweck, den Samen nach der Reife vom Blütenboden abzulösen.

An dem Blütenboden sitzt zu unterst ein Kranz von 20 bis 30 Hüllkelchblättern (Hochblattinvolukrum, Fig. 1, *hb*), die eine rundliche Spitze und einen hellen dünnen Rand besitzen. Sie werden von einem zarten Gefäfsbündel durchzogen, welches an der Holzteilseite ein Sekretbehälter begleitet (Fig. 15). An das Bündel setzt sich beiderseits eine bald ein-, bald mehrreihige Sclerenchymplatte an (Fig. 15), deren Zellen gestreckt sind und die eine dicke, reich getüpfelte Wand besitzen, Tüpfel oval, linksschief (Fig. 16). Gegen den Rand hin wird das Blatt zweischichtig, am äufsersten Rande ist es gar nur eine Zelle dick. Dort laufen die Zellen (in der Flächenansicht) fächerförmig-strahlig gegen den Rand. Die Epidermiszellen sind schwach wellig verbogen. Unterseits liegen einige Stomata.

Die weiblichen Randblüten (Fig. 1, *r* u. Fig. 2) besitzen eine lange, an der Spitze dreilappige weifse Zunge. Die vier sehr zarten, meist zwei schmale Spiralgefäfse enthaltenden Nerven (Fig. 8) durchziehen dieselbe der Länge nach und stehen in den drei Zungenlappen miteinander durch bogenförmig konvergierende Anastomosen in Verbindung. Die Epidermis der Blattoberseite besteht aus viereckig-rundlichen, an der Spitze der Zunge und an den zwischen den Nerven liegenden Längsstreifen papillös vorgestülpten Zellen (Fig. 7, *Epo*), in denen der Zellkern meist trefflich zu sehen ist. Ihre Kuticula besitzt eine sehr zarte, radienartig vom Mittelpunkte ausstrahlende Streifung (Fig. 8). Das Mesophyll besteht aus einem sehr dünnwandigen Sternparenchym mit regelmäfsigen, in Längsreihen angeordneten rundlichen, luftführenden (daher erscheint das Blatt weifs) Intercellularen (Fig. 7 u. Fig. 8, *mes*).

Die Epidermiszellen der Unterseite besitzen wellig verbogene Seitenwandungen. Die Zellen selbst sind entweder isodiametrisch oder in der Organsachse gestreckt. Die Kuticula ist überall mit feiner, der Längsrichtung des Organs parallel oder nahezu parallel und wellig verlaufender Streifung (welligen Kuticularfalten) versehen (Fig. 7 u. Fig. 8, *Epu*).

Der nicht sehr lange röhrige Teil der Corolle ist gleichfalls von 4 Nerven durchzogen. Die Epidermiszellen besitzen hier aber nicht wellig verbogene Wände, sondern sind geradwandig und in der Längsachse des Organs gestreckt. Auch hier ist ein Zellkern stets deutlich zu sehen. Nicht sehr zahlreiche, zerstreute Öldrüsen bedecken die Oberfläche (Fig. 2). Dieselben sind von dem für die Kompositen typischen Bau (Angew. Anatomie, S. 467). Sie bestehen aus 4 (selten 5) Etagen übereinander liegender, in der Mitte durch eine Wand geteilter Zellen, von denen nur die beiden obersten Secernirungszellen im engeren Sinne sind (vergl. auch Fig. 9, 14, 19, 20). Von diesen hebt sich die Kuticula blasenförmig ab (Fig. 9). Das Sekret entsteht in der äufsersten, verschleimenden Schicht der Gipfelzellmembran unter der Kuticula, welche „resinogene Schicht nicht selten nach Entfernung des Öls noch Schichtung oder Membranreste zeigt. Auch die Querwände der tiefer liegenden Zellen zeigen oft gequollene Wände. Von oben gesehen erscheinen diese, das ätherische Chamillenöl enthaltenden Drüsen, wie vier ineinander steckende, rundliche oder gestreckte, in der Mitte durch eine Querwand geteilte Zellen (Fig. 20). Sie sind auch über den Fruchtknoten reichlich verteilt, der mit einer Anzahl gestreckter, spiralig oder leistenförmig verdickter, schlauchartiger Zellen bedeckt ist und ein aufrechtes anatropes Ovulum enthält. Der Griffel besitzt zwei nicht sehr lange bandförmige Narben, die an ihrer Spitze lange, an den Seiten kurze Narbenpapillen (Sammelhaare) in grofser Zahl tragen.

Die hermaphroditen, gelben Scheibenblüten besitzen eine Corolle, deren Blätter auf der Aussen- (d. h. Unter-) Seite, besonders am unteren Teile reichlich mit den charakteristischen Öldrüsen besetzt sind (Fig. 3, 4, 9), deren Zahl ihr Maximum auf der Fruchtknotenoberfläche erreicht (Fig. 14, 19, 20). Die beiden etagenförmig übereinander angeordneten, je viergliedrigen Zellreihen dieser Öldrüsen sind so orientiert, dass (von der Fläche gesehen) die eine Reihe über der anderen liegt, die beide trennende Mittelwand also rechtwinklig zur Organsachse steht (Fig. 20).

Der Fruchtknoten zeigt an der konvexen Seite 5 Rippen. In jeder derselben verläuft ein zartes Gefässbündel (Fig. 19). In den Thälchen zwischen denselben liegen Öldrüsen in grosser Zahl (Fig. 19 und 20). Auf der Spitze der Rippen sowohl als auf der konkaven rippenfreien Seite liegen sehr charakteristische Platten, im ganzen etwa 12 auf jedem Fruchtknoten (Fig. 19, *pl* und 20, *leist*). Jede dieser epidermalen Platten besteht aus zahlreichen schmalen, übereinander gestellten Zellen mit in Wasser stark quellenden, deutlich geschichteten Schleimmembranen und dichtem Inhalte. An der konvexen Seite ist die Fruchtknotenwand dick (Fig. 19) und mehrzellig, an der konkaven oft nur zweizellig. Die Zellen führen oft Oxalat. Die Epidermiszellen haben, soweit sie nicht zu den Platten umgebildet sind, schwach wellig verbogene Membranen. An der Basis ist der Fruchtknoten umgeben von einem einzelligen Kranze verdickter, getüpfelter und verholzter Zellen, der „Trennungsleiste."

Das Ovulum sitzt dem Grunde des Fruchtknotens an und ist anatrop. Das Integument ist undeutlich. Die bündelfreie Raphe sitzt an der convexen Seite des Fruchtknotens. Das Gewebe des Integumentes ist bei einem halbreifen Samen nur 2 Zellreihen dick, dagegen ist ein reichliches Schleimendosperm ausgebildet (Fig. 19, *End*), dessen Zellen gegen den Keimling hin gestreckt sind und das beim Heranreifen von dem Embryo ganz resorbiert wird. Im reifen Samen liegt der endospermfreie Same der Fruchtschale dicht an.

Die Corolle ist an der Spitze (Fig. 5) eine Zelle dick, nur dort, wo die Bündel liegen, ist sie mehrzellig (Fig. 11). Die Epidermis der Oberseite ist hier deutlich wellig (Fig. 12), die der Unterseite schwach wellig, aber mit zarten, quergestellten Cuticularfalten versehen. Weiter nach unten (Fig. 6) wird die Corolle dicker und ein reich durchlüftetes Schlauch-Mesophyll (Fig. 9 und 10, *mes*) erfüllt die Mitte. Die Zellen der Epidermis der Oberseite sind gestreckt und nicht wellig verbogen, die der Unterseite zarter und länger und bisweilen mit Verdickungsleisten versehen (Fig. 10). Im unteren Teil der Röhre ist die Corolle sehr dick, indem das Schlauchmesophyll sich stark verbreitert (Fig. 6 *a*). Die Corolle wird von 5 zarten Bündeln durchzogen. Kleine Kalkoxalatdrusen sind durch das Gewebe beider Blütenformen verstreut, besonders in den basalen Teilen häufig.

Dort wo die Corolle nach oben sich verbreitert, sind die Stamina angeheftet. Sie liegen über je einem Bündel der Corolle (Fig. 6) und empfangen von diesem einen Bündelstrang. Die Filamente sind wenigzellig (Fig. 25). Ihre Epidermiszellen sind isodiametrisch oder gestreckt und am oberen Ende an der äufseren, der Corolle zugekehrten Seite verholzt (Fig. 25, oben). Die Antheren besitzen Pfeilform (Fig. 4). In der Knospe zeigt jede Anthere 4 Fächer. Beim Aufspringen geht die Querscheidewand jeder Antherenhälfte zu Grunde und auch das aus sehr zarten, Oxalat führenden Zellchen bestehende, von einem zarten Bündel durchzogene Konnektiv schwindet oft bis auf wenige Reste. In der Knospe sind alle 5 Antheren durch eine sehr zarte, gemeinsame Epidermis miteinander verbunden (Fig. 5). Auch beim Aufspringen verbindet dieselbe als zartes Ligament die benachbarten Antheren. Aufser aus dieser Epidermis (Fig. 17, *ep*) besteht die Antherenwand noch aus einer fibrösen Schicht (Faserschicht, Endothecium) aufsen und an den Seiten stark verdickter Zellen, deren Seitenwände eigentümliche Leisten zeigen (Fig. 17 und 18, *anthw*), wie sie den Antherenwänden häufig eigen sind.

Die Pollenkörner sind 18—20 mik breit, besitzen 3 Austrittsstellen (für den Pollenschlauch), zahlreiche grobe, kurze Stacheln auf der Exine und eine Schicht radial gestellter Stäbchen, die die Oberfläche des Pollenkornes punktirt erscheinen läfst (Fig. 24).

Der Griffel sitzt einer mit Nektarien besetzten Scheibe auf (Fig. 4). Sein parenchymatisches, Oxalat führendes Gewebe wird von zwei Bündelchen durchzogen, die an den Narbenschenkeln blind endigen. In der Mitte verläuft das leitende Gewebe (Fig. 21). Die Narben tragen an der Spitze je ein Büschel keulenförmiger Papillen (Fig. 23, *Np*), unterhalb der Spitze liegen an den Kanten jeder Narbe je zwei Streifen kürzerer Papillen (Sammelhaare, Fig. 23 und Fig. 22, *hf*). In der Mitte verläuft ein narbeneigener Sekretgang (Fig. 22, *scb*).

Der Farbstoff der gelben Röhrenblüten ist an sehr kleine Chromatophoren gebunden.

Das Pulver.

Auf den ersten Blick fallen im Pulver die charakteristischen Pollenkörner (Fig. 24) auf. Dann findet man häufig Reste der Corolle, der weiblichen Zungen- und hermaphroditen Scheibenblüten, besonders die Corollenlappen, den Griffel, wenigstens die Narben, meist noch intakt (Fig. 23) und zahlreiche Reste der Antherenwand (Fig. 18). Die Öldrüsen der Corolle sind selten unverletzt nachweisbar, wohl aber häufig der Fruchtknoten und auf ihm die Öldrüsen.

Flor. chamomillae romanae.

Flores anthemidis, Römische Kamillen, Fleurs de Camomille Romaine, Chamomile flowers.

Die Blütenkörbchen von Anthemis nobilis L. sind als Römische Kamillen bekannt.

Der anatomische Bau der Zungenblüten — und da nur die gefüllte Varietät verwendet wird, kommen nur diese in Betracht — ist sehr ähnlich dem der Zungenblüten unserer Matricaria (s. d.). Die Zunge hat oberseits ebenfalls rundlich-eckige, unterseits wellige Epidermiszellen, das Mesophyll ist lückig, der röhrige Teil wie der Fruchtknoten tragen die bei Matricaria beschriebenen Öldrüsen reichlich. Die Epidermis des Fruchtknotens besitzt wellige Membranen.

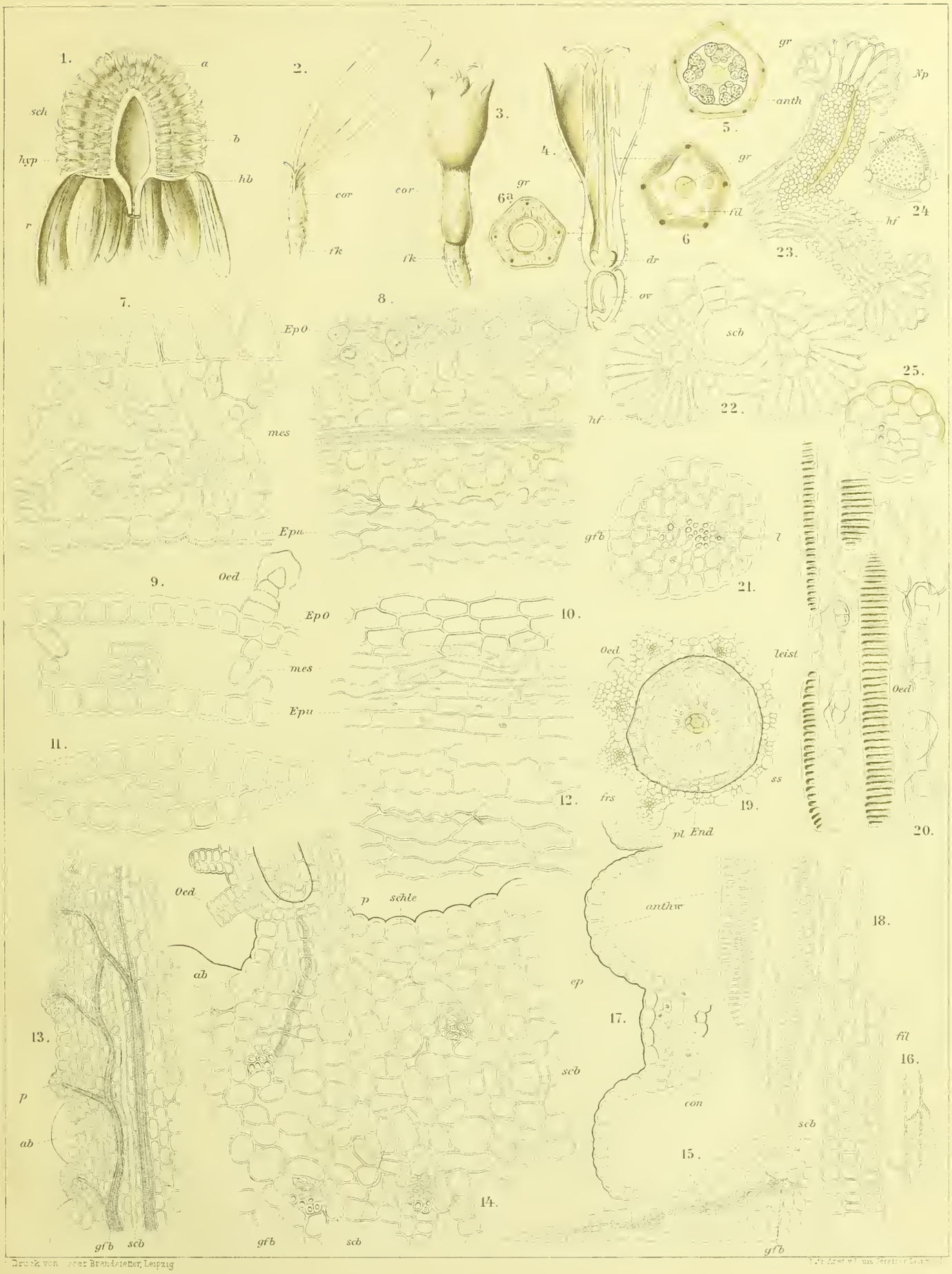
Das wesentlich unterscheidende ist das solide, von zahlreichen in den Blütenansatzstellen endigenden Gefäfsbündeln durchzogene lückig-parenchymatische Hypanthium und die jede Blüte behüllenden Spreuschuppen (Blütendeckblätter). Letztere sind am Rande kurz gelappt und in der ganzen Randpartie dünn und einzellig. Die bogenförmig von der Mitte her verlaufenden Zellen sind stark gestreckt und laufen am Rande in stumpfe, ungleich lange Zähne aus. 9—12 Zähne kommen auf einen Lappen. Die mittlere Partie ist mehrschichtig, von einem Bündel durchzogen und auf der Oberseite mit gestreckten, dickwandigen, reich getüpfelten Zellen bedeckt. Auf der Rückenseite trägt die Mittelpartie lange Haare, die auf einem aus meist 5 kurzen Zellen bestehenden Stiele eine lange, nach oben gekrümmte borstenartige Endzelle mit kegelförmiger Spitze tragen.

Tafel 2.

Erklärung der Abbildungen.

(Matricaria Chamomilla.)

Fig. 1. Längsschnitt durch ein Blütenkörbchen.
„ 2. Weibliche Randblüte.
„ 3. Hermaphrodite Scheibenblüte.
„ 4. Hermaphrodite Scheibenblüte, längsdurchschnitten.
„ 5. Querschnitt durch den oberen Teil der Corolle.
„ 6. Querschnitt durch den mittleren Teil der Corolle.
„ 6[a]. Querschnitt durch den unteren Teil der Corolle.
„ 7. Querschnitt durch die Zunge der Randblüte.
„ 8. Flächenschnitte durch die Zunge der Randblüte.
„ 9 u. 10. Querschnitt und Längsschnitte durch die Corolle der Röhrenblüten an der Stelle Fig. 6.
„ 11 u. 12. Querschnitt und Längsschnitte durch die Corolle der Röhrenblüten an der Stelle Fig. 5.
„ 13 u. 14. Längsschnitt und Querschnitt durch den Rand des Receptaculums.
Fig. 15. Querschnitt durch ein Hüllkelchblatt bis zur Mitte.
„ 16. Sclereiden aus einem Hüllkelchblatte.
„ 17. Querschnitt durch eine aufgesprungene Anthere.
„ 18. Flächenansicht der Basis der Anthere und ihres Filamentes, von aussen gesehen.
„ 19. Querschnitt durch den Fruchtknoten einer Röhrenblüthe (halbreif).
„ 20. Rand der Fruchtknotenwand, Flächenansicht.
„ 21. Querschnitt durch den Griffel.
„ 22. Querschnitt durch die Narbe unterhalb der Narbenpapillen an der Stelle der Sammelhaare.
„ 23. Flächenansicht der Narbe.
„ 24. Pollenkorn.
„ 25. Querschnitt durch das Filament.



Druck von Oscar Brandstetter, Leipzig

Folia Theae.

Thee, Thé, Tea, Tschá, Chá.

Vom Thee (Thea sinensis und assamica und Hybriden) werden die Blattknospe und die ersten 4 entfalteten Blätter gesammelt. Die feinsten Theesorten enthalten nur die Blattknospe und höchstens Blatt 1, die mittleren Sorten namentlich Blatt 1—3 nebst einigen Knospen, die geringsten Sorten Blatt 2—4 und gar keine Knospen. Die Blattknospe trägt wegen ihrer dichten, silberglänzenden Behaarung den Namen Pecco (Peh-hán = Milchhaar). In Java nennt man die von Blatt 1 noch umhüllte Blattknospe Pecco rünen (= schwanger) (Fig. 1 und 3); ist die terminale Tute offen, so spricht man von Pecco burung (= hohl) — Fig. 2 und 4. Im letzteren Falle hat sich Blatt 1 bereits abgelöst und ist hohl.

Die terminale Blattknospe besitzt einen flach kegelförmigen Vegetationspunkt (Fig. 3, *vgt*); derselbe wird bedeckt von den kegelförmigen Blattanlagen (*bla* in Fig. 3), die, wie auch der Querschnitt (Fig. 4) lehrt, spiralig angeordnet und — die älteren wenigstens und besonders Blatt 1 — an den Rändern eingerollt sind (Fig. 4 und 5). Blattzähne sind schon bei dem viertjüngsten Blatte in der in Fig. 14a angegebenen Weise entwickelt. In der Achsel von Blatt 1 liegt ein kleiner Vegetationspunkt (Fig. 3 β). Derselbe entwickelt sich, wenn Pecco gepflückt wird — es geschieht dies meist bei *p-p* — zu einer neuen Peccoblattknospe. Sämtliche Blätter der Blattknospe sind an ihrer Aufsenseite von einem dichten Haarfilz bedeckt (Fig. 1—5). Diese in der Richtung der Organsachse nach oben gerichteten Haare (*t*) sind bei Pecco noch dünnwandig (Fig. 7) und sehr lang, sie sind mit kegelförmigem Fufse (Fig. 6) der Epidermis eingefügt und biegen sich kurz über der Epidermis in rechtem Winkel nach oben, so dafs sie der Blattfläche dicht anliegen (Fig. 5, *t*). In dem Trichomfufse sind Tüpfel bemerkbar. Das Gewebe der jüngsten Blattanlage ist durchweg meristematisch, nur im Mittelnerv ist schon sehr frühzeitig ein zartes Bündel wahrzunehmen. Bei der viertjüngsten Blattanlage (Fig. 3 u. 4 α und Fig. 5) sind aufser dem Bündel der Mittelnerven, dessen Kambium in lebhafter Teilung sich befindet (Fig. 5, *gfb*), auch schon einige Sekundärnerven sichtbar, und die Blattoberseite (Innenseite) zeigt schon deutliche palissadenartige Streckung der subepidermalen Zellreihe. Stomata und Sclereiden sind noch nicht sichtbar. Von letzteren findet man jedoch in dem die Mittelrippe begleitenden Gewebe die allerersten Entwickelungsstadien (Fig. 8a); bei Blatt 1 (Fig. 2, 3, 4) stehen die Haare, die sich nicht weiter vermehren, schon lockerer. Die von der Spitze nach der Basis fortschreitende Verdickung ihrer Wand ist an den basalen Teilen zwar noch gering, die kegelförmige Spitze und die dahinter liegenden Teile sind aber bereits bis fast zum Verschwinden des Lumens verdickt. Stomata sind ebenfalls schon aber nur erst in sehr geringer Anzahl entwickelt. In dem die Mittelrippe begleitenden Gewebe (Rippenparenchym) findet man die weiteren Entwickelungsstadien der Sclereiden. Die Arme sind bereits deutlich entwickelt. Sie (Fig. 8b) schieben sich mit kegelförmiger Spitze zwischen die Parenchymzellen ein, die letzteren auseinandertreibend. Die Wand der Sclereiden ist noch ebenso dünn wie die der Parenchymzellen. Aufser an der Mittelrippe sind noch nirgends Anlagen von Sclereiden zu sehen. Bei Blatt 2 und 3 sind die Sclereiden an der Mittelrippe weiter entwickelt und schon deutlich als Astrosclereiden erkennbar. Im Blattgewebe finden sich die ersten Entwickelungsstadien der Osteo-Sclereiden (Angew. Anatom. S. 303).

In Blatt 4 (Fig. 10) — besonders im Congo reichlich — sind die Sclereiden in dem Parenchym der Mittelrippe schon stärker verdickt und deutlich getüpfelt (Fig. 8c und 10, *scl*). In dem übrigen Blattgewebe findet man nunmehr ebenfalls Sclereiden (Fig. 9). Dieselben durchziehen das gesamte Mesophyll von der Epidermis der Oberseite zur Epidermis der Unterseite (Fig. 10, *o*). Sie sind noch sehr dünnwandig — die Wanddicke ist nicht viel erheblicher als die der Palissaden (Fig. 11). An der Blattoberseite sind ihre Enden noch gar nicht (Fig. 10*o*, Fig. 11 links oben) oder wenig gegabelt (Fig. 11 rechts oben) an der Blattunterseite dagegen sind sie meist schon reichlich gegabelt (Fig. 9, 10 und 11 links). Auf einem Flächenschnitte durch die Blattunterseite ist daher das Bild, das man von diesen Enden erhält (Fig. 11 unten), schon sehr ähnlich dem der Astrosclereiden (Fig. 8c) der Mittelrippe und abweichend von dem Bilde, das man von den Enden der Sclereiden unter der oberen Epidermis, bei einem Flächenschnitte durch die Blattoberseite, erhält (Fig. 11 oben). Da ältere Blätter als Blatt 4 im Thee des Handels nicht vorkommen, können wir das eben geschilderte, in Fig. 10 dargestellte Verhalten der Sclereiden — verdickte und getüpfelte Astrosclereiden um die Mittelrippe, trägerartige, das Mesophyll durchziehende, noch dünnwandige Sclereiden im übrigen Blattgewebe — als das Extrem bezeichnen, das im Handelsthee beobachtet wird. Und man kann geradezu sagen, dafs je besser der Thee ist (d. h. je mehr Pecco er enthält), um so weniger Sclereiden in ihm gefunden werden.

Entwickelt sich das Blatt weiter, so verdicken sich sowohl die Sclereiden der Mittelrippe, als auch die übrigen weiter. In Blatt 6 z. B. fand ich die ersteren in den Armen oft bis fast zum Verschwinden des Lumens verdickt (Fig. 8d), die inneren Partien der Wand von Tüpfelkanälen durchzogen und auch die Sclereiden der Blattfacetten zeigten stärkere Wand-

verdickung. Diese Stadien kommen aber nach meinen Erfahrungen beim Handelsthee niemals vor — bei ihm sind im äufsersten Falle die Sclereiden der Blattfacetten fast gar nicht, die Sclereiden der Mittelrippe nur relativ schwach verdickt.

Um sich über das Vorhandensein oder Fehlen der Sclereiden zu informiren, genügt es, die in Wasser aufgeweichten Blattstücke einfach in Chloralhydratlösung einzulegen. Man sieht alsdann im Blatt 1 in den Blattfacetten noch keine Sclereiden, in dem Blatte 3 und 4 steigende Mengen. Legt man die Oberseite nach oben, so sieht man sie wie in Fig. 11 oben (zwischen den Palissaden *p*) dargestellt, legt man die Unterseite nach oben, so erhält man Bilder, wie sie in Fig. 11 weiter nach unten (zwischen dem Merenchym, *mer*) dargestellt sind.

Die Wand der Sclereiden verholzt frühzeitig.

Die Epidermis der Blattoberseite (Fig. 11, *epo*) besteht aus ziemlich dickwandigen, isodiametrischen Zellen. Stomata fehlen, ebenso Haare. Die Epidermis der Blattunterseite besteht aus dünnwandigen, kaum wellig verbogenen Zellen. Hier finden sich reichlich Spaltöffnungen (Fig. 10 *st*, Fig. 11 unten, Fig. 12). Die beiden Schliefszellen lassen zwischen sich einen verhältnismäfsig weiten Vorhof, da die Kuticularleisten zurückgezogen sind (Fig. 12 unten). Infolge dessen sieht man auf der Flächenansicht der Stomata, wie sie ein Flächenschnitt durch die Blattunterseite darbietet (Fig. 11), unabhängig davon, ob die Spaltöffnung geöffnet oder geschlossen ist, einen länglich ovalen, scharf konturierten Vorhof (Fig. 12 oben). Dieses Spaltöffnungsbild, in der Flächenansicht durch Chloral aufgehellter Blattstücke schon sehr deutlich, ist höchst charakteristisch für die Theeblätter. Die Gröfse der Spaltöffnungen ist die normale, sie messen im Flächenschnitt in der längsten Achse 30—35 mik, also nicht oder nicht viel mehr als bei den meisten Verfälschungsmitteln (aufser Sambucus und Rosa, wo sie gröfser sind). Für gewöhnlich sind sie von 3 Nebenzellen umgeben.

Die Haare werden, wie schon erwähnt, sehr frühzeitig angelegt und bedecken als silberweifser Filz die Peccoknospe völlig. Späterhin werden neue nicht mehr gebildet und so rücken sie immer weiter auseinander; so weit, dafs das erwachsene Blatt nicht behaart zu sein scheint und man erst mit dem Mikroskop die Haare suchen mufs. Dazu kommt, dafs die längsten späterhin abbrechen. Ihre Länge beträgt daher bei Blatt 1 (Fig. 2) meist 600—930 mik, ihre Dicke ca. 15 mik, bei Blatt 4 (Fig. 11) meist nur 250—600 mik, ihre Dicke 15—20 mik; bei Blatt 1 zeigt ihr Querschnitt eine sehr dünne (Fig. 7), bei Blatt 4 eine bis fast zum Verschwinden des Lumens verdickte Wand (Fig. 11 bei *t*).

Die Palissaden (Fig. 10, *p*) sind meist in einer Reihe vorhanden, selten tritt Zweiteilung ein. Meist sitzen mehrere von ihnen einer trichterförmigen Sammelzelle auf (Fig. 10).

Ihr Querschnitt ist rund (Fig. 11, *p*) und sehr ungleich (Fig. 11). Das reich durchlüftete Merenchym führt kleine Drusen von Calciumoxalat (Fig. 10).

Die Mittelrippe (des Blattes 4) führt ein grofses, von einer oft noch Stärke führenden Parenchymscheide (Fig. 10, *psch*) umgebenes Bündel. Der der Oberseite zugekehrte Holzteil ist fächerartig strahlig. Die Holzstrahlen sind durch Markstrahlen voneinander getrennt. Das Kambium ist in lebhaftester Teilung begriffen. Die zarten Siebteilbündel sind durch Rindenstrahlen voneinander getrennt, in deren Zellen oft sehr kleine Kalkoxalatdrusen liegen. Die Wandungen der Siebröhren quellen stark. Innerhalb der Parenchymscheide sieht man sowohl am Sieb- wie am Holzteil die jungen Bastbündel (Fig. 10, *B*). Noch sind die Wandungen der Bastzellen dünnwandig. Erst bei Blatt 5 und 6 sind sie stark verdickt und bilden dann zwei derbe Bastsicheln. Das übrige Gewebe der Mittelrippe ist oxalatführendes Parenchym. Auf der Unterseite der Nerven liegt ein subepidermaler Collenchympanzer (Fig. 10, *col*). Die Gabelung der Nerven bietet nichts Besonderes, die letzten Nervenendigungen bestehen nur aus kurzen Tracheiden (Fig. 11, *Ne*).

Sehr charakteristisch ist der Blattrand ausgebildet. Die Blattzähne und die zu ihnen in Beziehung stehende Nervatur sind so eigenartig, dass man schon hieran das Theeblatt leicht erkennen kann. Bei allen anderen in Betracht kommenden Pflanzen sind sie in sehr wesentlichen Punkten abweichend (vergl. Fig. 19—25). Die Blattzähne werden als kleine Höcker angelegt (Fig. 14a), vergrössern sich dann rasch sehr stark, so dafs sie schon in der Peccoknospe als lange keulenförmige Zotten erscheinen (Fig. 14a, oben). Im Blatte 3 erscheint der Blattzahn als eine kegelförmige Zotte (Fig. 14b), ebenso bei Blatt 4 (Fig. 13 u. 14c). Später schrumpft die Zotte oft zu einem hyalinen Spitzchen zusammen (Fig. 14d), welches alsdann oft abfällt, eine breite Narbe zurücklassend (Fig. 14e).

Auf die Zotte hin läuft von weither in schräger Richtung ein Nerv, dessen Ende sich pinselförmig zerteilt. Die Nervenendigungen laufen alle gegen die Ansatzfläche der Zotte schräg nach oben. Der Zottennerv steht mit den Randnerven des Blattes in anastomosierender Verbindung (Fig. 13).

Verfälschungen des Thees.

Beschrieben ist bei allen der Bau junger Blätter, wie sie allein in Betracht kommen. Nur Epilobium und Prunus spinosa machen eine Ausnahme, da von ihnen auch ältere Blätter im Thee gefunden werden.

Epilobium angustifolium L.*)

Randzähne stumpf, horizontal abstehend (Fig. 19). Unterhalb der Zahnspitze liegt in einer Vertiefung eine Wasserspalte. Auf diese hin laufen die erweiterten Enden von 3—5 konvergierenden Nerven.

Der Epidermis der Blattoberseite besteht aus wellig gebogenen, über den Nerven geraden und gestreckten Zellen (Fig. 17, *epo*). Stomata fehlen, ebenso Haare.

*) Wichtigstes Theefälschungsmittel Russlands, als Koporka-, Koporischer oder Iwan-Thee bekannt.

Die Epidermis der Blattunterseite zeigt, ausser über den Nerven, ebenfalls wellig verbogene Zellen. Über den Nerven ist die Kuticula grob längsgefaltet, über den Blattfacetten zeigt sie eine sehr zierliche wellige Faltung, die von den Spaltöffnungen aus strahlig verläuft. Stomata sind zahlreich vorhanden (Fig. 18); der Vorhof ist lineal und schmal (Fig. 16, *st*). Ihr gröfster Durchmesser beträgt 18—29 mik. Zahlreiche, meist ein-, selten zweizellige, oft gegen die Blattspitze bogig gekrümmte (Fig. 15, *t*) Haare sitzen besonders an den Nervenrändern (Fig. 18).

Die Mittelrippe führt ein bikollaterales Bündel, in dessen Siebteilen da und dort kleine Raphidenzellen liegen (Fig. 15, *krz*). Die Sekundärnerven führen kleine Gefäfsbündel; den gröfseren liegen, der Blattoberseite zugekehrt, meist 2 grofse Raphidenzellen beiderseits an (Fig. 16, *krz*). Bei den kleineren findet sich nur eine solche Raphidenzellreihe auf der Blattoberseite. Diese die Bündel begleitenden Raphidenzellen sind für das Blatt höchst charakteristisch. Man sieht sie schon sehr deutlich, wenn man ein Blattstückchen mit Chloralhydrat aufhellt und (die Blattoberseite nach oben gelegt) betrachtet. Sie markieren alsdann aufs deutlichste den Verlauf der Nerven (Fig. 17, *krz*) — zweizeilig bei den gröfseren Nerven, einzeilig bei den Nervenenden.

Palissaden normal, Merenchym als Sternparenchym entwickelt.

Salix alba.*)

Blattzähne als abgerundete, stumpfe Zotten entwickelt (Fig. 20) mit strahlig angeordneten Randzellen. Ein pinselförmig verbreitertes Bündelende tritt stark nach oben gerichtet in den Zahn ein.

Mittelnerv: Markführendes Doppelbündel, Bastbeleg beiderseits, auf der Oberseite Collenchym.

Epidermis der Oberseite: Epidermiszellen dünnwandig, polyedrisch, Stomata zerstreut, Haare selten, einzellig, dünnwandig, zugespitzt. Haare auch am Rande (Fig. 20).

Epidermis der Unterseite: Epidermiszellen dünnwandig, polyedrisch mit unregelmässigen, sehr kurzen, welligen Kuticularfältchen. Grobe Längsfalten am Blattrande und den Blattzähnen. Stomata nicht sehr zahlreich, längster Durchmesser 30 μ. Haare sehr zahlreich, lang, einzellig, gegen die Blattspitze gerichtet.

Palissaden zweireihig, Zellen kurz.

Salix pentandra.

Abgerundete Blattzähne, in die ein pinselförmig verbreitertes Nervenende eintritt (Fig. 21). Wasserspalten auf dem Zahn.

Hauptnerv wie bei S. alba. Nebennerven mit deutlicher Parenchymscheide.

Epidermis der Blattoberseite: Epidermiszellen polyedrisch, ohne Faltung. Nur am Rande und vor den Zähnen findet sich eine grobe Kuticularfaltung. Da und dort ein Stoma.

Zwei Palissadenreihen, hier und im Merenchym prachtvolle Morgensternkristalle.

Epidermis der Blattunterseite: Epidermiszellen polyedrisch, über den Nerven gestreckt. Stomata zahlreich. Längster Durchmesser: 30—35 μ. Keine Haare.

Ulmus campestris.

Kegelförmige Blattzähne, in die ein etwas verzweigtes Nervenende tritt. An der Spitze eine Wasserspalte (Fig. 22). Dünnes Blatt.

Mittelnerv aufserordentlich kräftig unterseits hervortretend, Bündel ohne Bastsichel. Oxalateinzelkristalle.

Epidermis der Oberseite: Epidermiszellen schwach oder gar nicht wellig. Die Kuticula zeigt relativ grobe, wenig wellige Faltung. Dickwandige, sehr kurze, an der Basis bauchige Kegelhaare mit dickwandiger Umgebung.

Epidermis der Unterseite: Epidermiszellen klein, schwach wellig, mit zarten, welligen Kuticularfalten. Kegelhaare besonders auf den Nerven. Stomata nicht sehr zahlreich. Grösster Durchmesser 22—27 mik.

Eine Palissadenreihe, Merenchym reich durchlüftet mit Oxalatdrusen.

Prunus spinosa.

Rhombische behaarte Blattzähne, in welchen schräg von unten mehrere Nervenenden eintreten und sich im Zahn verzweigen (Fig. 23). Blatt sehr dünn.

Mittelnerv: Bündel mit deutlicher Parenchymscheide.

Epidermis der Oberseite: Epidermiszellen polyedrisch. Faltungen der Kuticula kurz wellig. Stomata fehlen. Auf den Nerven einige wenige kurze, einzellige, kegelige Haare. Auch die zahlreichen längeren Haare der Randzähne (Fig. 23) sind einzellig.

Epidermis der Unterseite: Epidermiszellen polyedrisch, tafelförmig, Kuticula sehr deutlich und unregelmäfsig gefaltet, Falten kurz, wellig. Stomata zahlreich; längster Durchmesser 18—20 mik. Haare fehlen.

Ein bis drei Reihen Palissaden. Merenchymzellen sehr eng aneinander liegend. Da und dort eine Oxalatdruse.

Sambucus nigra.

Blattzähne sehr gross. Ein starker Nerv tritt von unten her in den Zahn und verzweigt sich in demselben reich. Über dem breiten Ende in der Zahnspitze Wasserspalten (Fig. 24).

Mittelnerv mit viel Collenchym. Rings um das bastzellfreie Bündel ein Kranz grofser Kristallzellen. Dergleichen auch an Merenchym.

Epidermis der Oberseite: Epidermiszellen polyedrisch, dickwandig, Kuticula grobwellig, Stomata fehlen. Einzellige kurze Kegelhaare am Rande und auf der Fläche.

Epidermis der Unterseite: Epidermiszellen schwach wellig und schwach rosenkranzartig verdickt. Grobe, wellige

*) Weidenblätter werden schon in China bisweilen dem Thee beigemischt.

Kuticularfalten. Dickwandige, einzellige Haare. Stomata zahlreich und sehr gross, längster Durchmesser 55—65 mik.

Eine Reihe breiter Palissaden.

Rosa centifolia.

Blattzähne schlank, spitz, kegelförmig. Ein dünnes Nervenende dringt bis gegen die Spitze vor. Am Rande Haare (Fig. 25).

Mittelnerv sehr stark nach unten hervortretend. Bündel fächerförmig. Neben dem Hauptbündel liegt bisweilen ein Nebenbündel. Das Bündel zeigt auf der Unterseite einen unterbrochenen Bastbeleg, dort findet sich auch ausserhalb des Bündels Collenchym. Im Nervenparenchym Einzelkristalle und Drusen, besonders auf der Unterseite. Diese Einzelkristalle und Drusen begleiten auch die Sekundärnerven, so dafs man in einem mit Chloralhydrat aufgehellten Blatte, dessen Unterseite nach oben gelegt ist, den Verlauf der Nerven vortrefflich auch an diesen Kristallreihen verfolgen kann.

Epidermis der Oberseite: Epidermiszellen schwach wellig verbogen, auch über den Sekundärnerven. Haare spärlich, sehr lang und dickwandig, Spitze stumpf.

Epidermis der Unterseite: Epidermiszellen schwach wellig. Stomata zahlreich. Grösster Durchmesser 33—38 mik. Einzellige Haare mit stumpfer Spitze, besonders am Mittelnerv, aber auch auf der Fläche.

Palissaden 1—2reihig, Merenchym reich durchlüftet. In ihm schön ausgebildete Oxalateinzelkristalle.

Lithospermum officinale.*)

Das Blatt ist ganzrandig, aber sehr leicht an den Haaren zu erkennen, von denen die der Oberseite meist sehr derb und mit warziger Cuticula versehen (Fig. 26), einen Cystolithen führen, der siliciumhaltig zu sein scheint, jedenfalls kein Calciumcarbonat führt. Auch die das Haar an der Basis rings kranzartig umgebenden Zellen führen je einen Cystolithen (Fig. 27). Sämtliche Haare sind gegen die Blattspitze hin gerichtet.

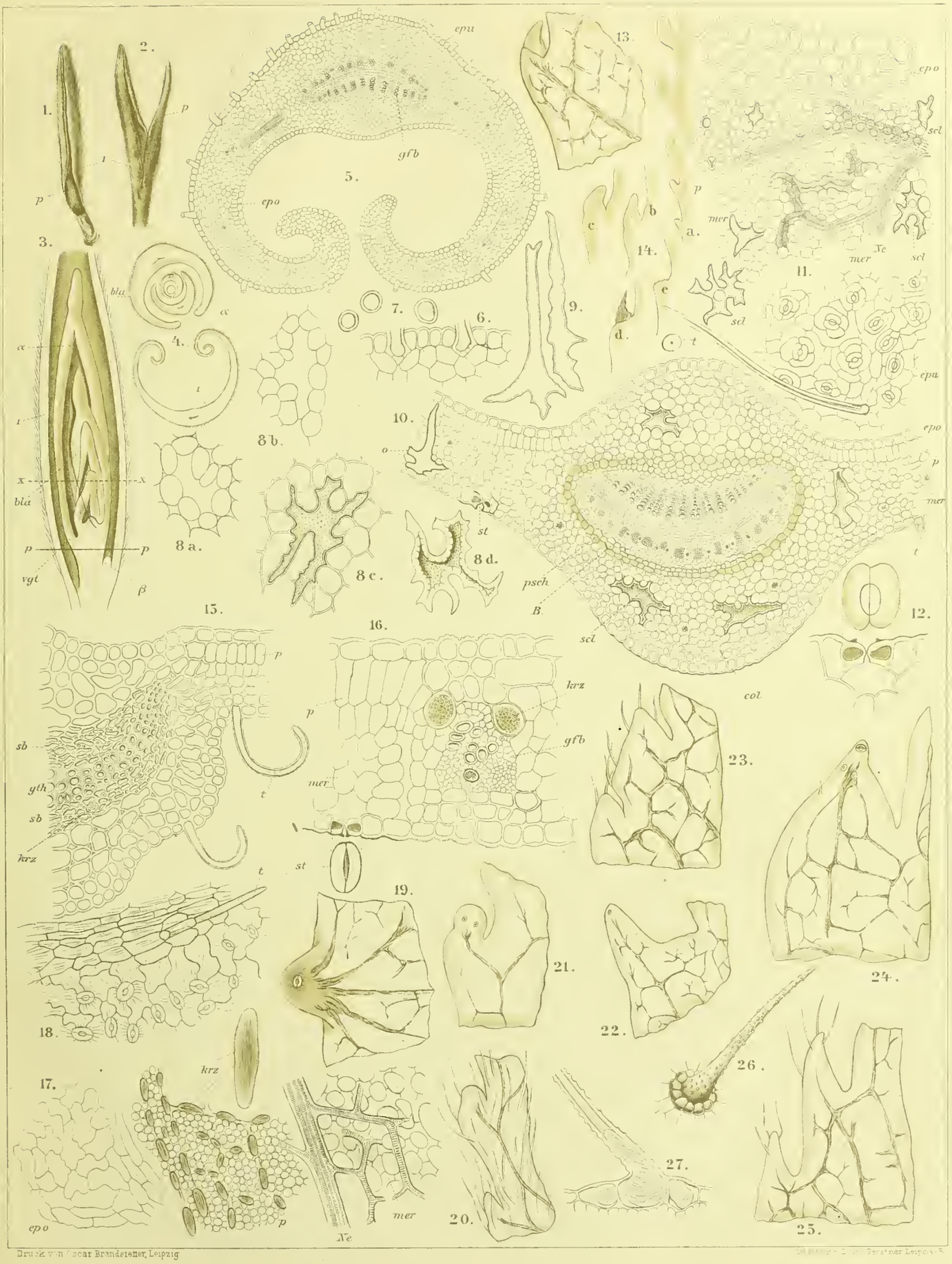
*) Als Prwni česky čaj = Erster böhmischer Thee ehemals im Handel und zur Verfälschung des echten benutzt.

Tafel 3.

Erklärung der Abbildungen.

(Thee und Verfälschungen.)

Fig. 1. Pecco rünen, Blattknospe (*p*) von Blatt 1 umschlossen.
„ 2. Pecco burung, Blatt 1 von der Knospe *p* losgelöst.
„ 3. Blattknospe (Fig. 1) Pecco rünen, im Längsschnitt, von Blatt 1 umschlossen. *α* ältestes Blatt.
„ 4. Querschnitt durch die Knospe nach Loslösung von Blatt 1 (Fig. 2), etwa bei *x*....*x* (Fig. 3). *α* älteste Blattanlage.
„ 5. Querschnitt durch Blatt *α* (Fig. 3 u. 4), stärker vergröfsert.
„ 6. Epidermis des Blattes *α* mit den Haaransatzstellen.
„ 7. Junge Haare von Blatt *α* im Querschnitt.
„ 8. Entwickelungsgeschichte der Sclereiden der Mittelrippe.
Fig. 8a. Sclereidenanlage aus Blattanlage *α*.
„ 8b. „ „ Blatt 1.
„ 8c. Sclereiden „ „ 4 (aus Congo).
„ 8d. „ „ „ 6.
„ 9. Sclereiden aus den Blattfacetten von Blatt 4.
„ 10. Querschnitt durch die Mittelrippe von Blatt 4 (aus Congo).
„ 11. Sekundäre Flächenschnitte durch Blatt 4 von oben an, die Epidermis der Unterseite *(epu)* von aufsen gesehen. *t* Haare im Querschnitt und in Flächenansicht. *scl* Sclereiden.
„ 12. Spaltöffnung, Querschnitt und Flächenschnitt.
Fig. 13. Blattzahn und Randnerven.
„ 14. Entwicklungsgeschichte der Blattzähne.
Fig. 14a. Junge Anlagen aus der Peccoknospe.
„ 14b u. c. Fertige Zähne aus Blatt 3 u. 4.
„ 14d u. e. Endstadien.
„ 15. Querschnitt durch die Mittelrippe des Blattes von Epilobium angustifolium. (Bündel bikollateral, *t* Trichome.)
„ 16. Querschnitt durch einen sekundären Nerven des Blattes von Epilob. angustifolium. *krz* Raphidenzellen; *st* Spaltöffnung im Querschnitt und Flächenschnitt.
„ 17. Succedane Flächenschnitte durch das Blatt von Epilobium angustifolium, von oben her beginnend.
„ 18. Epidermis der Blattunterseite, von aufsen gesehen.
„ 19. Blattzahn des Blattrandes von Epilobium angustifolium.
„ 20. Blattzahn von Salix alba.
„ 21. „ „ Salix pentandra.
„ 22. „ „ Ulmus campestris.
„ 23. „ „ Prunus spinosa.
„ 24. „ „ Sambucus nigra.
„ 25. „ „ Rosa centifolia.
„ 26 u. 27. Cystolithen führende Haare der Blattoberseite von Lithospermum officinale.



Druck von Oscar Brandstetter, Leipzig

Fructus capsici annui.

Paprika, Spanischer Pfeffer, Piment des jardins, Red pepper, Capsicum fruit, Chillies.

Der Fruchtknoten von Capsicum annuum L. ist entweder aus 2 oder — meist — 3 Carpellen aufgebaut, aber nur unten, wo die Centralplacenta liegt, vollständig gefächert (Fig. 4), im oberen Teile erreichen die Scheidewände zwar fast die Mitte, sind aber daselbst nicht verwachsen (Fig. 5). Die Ovula sitzen sowohl an der Centralplacenta wie an den Scheidewänden. Die Carpellwand besteht aus dünnwandigem Parenchym, in das zahlreiche Kristallsandzellen und einige wenige Gefäfsbündel eingebettet sind; auch wohl ausgebildete Oxalatkristalle finden sich da und dort. Die Zellreihen unter der Epidermis zeigen bereits nach Befruchtung der Ovula lebhafte Korkzellteilung (Fig. 7 bei *x*). Unmittelbar unter der zarten inneren Epidermis liegt eine Reihe grofser Zellen (Fig. 7, *gr*) mit grofsen Zellkernen.

Die Fruchtwand der entwickelten Frucht ist aufsen von einer Epidermis bedeckt, deren isodiametrische, im Querschnitt tangential gestreckte Zellen (Fig. 8, *I*) sehr stark, ganz besonders an der Aufsenwand, verdickt — die Dicke der Aufsenwand beträgt oft 16—24 mik — und deren dicke Seiten- und Innenwände reich getüpfelt sind (Fig. 10, *I*). Eine dünne Kuticula zieht sich über die Aufsenwand, welch letztere durch eine sehr bemerkenswerte Eigentümlichkeit charakterisiert wird. Ganz unabhängig nämlich von den Zellgrenzen sind aus der Aufsenwand Streifen herausgeschnitten, deren Querschnitt dreieckig ist (Fig. 9) (mit der Spitze nach innen) und deren Längsansicht der eines 11—18 mik breiten Pilzfadens gleicht. Da stets Staubteilchen sich in diesen über die Oberfläche der Fruchtschale laufenden Rinnen ansammeln, so sieht die Flächenansicht der Epidermis so aus, als liefen über dieselbe zahlreiche Pilzfäden (Fig. 10, *ri*). Diese Rinnen in der Epidermisaufsenwand verlaufen nicht ganz parallel miteinander, sind bald einander mehr (auf ca. 45 mik) genähert, bald mehr (200—300 mik) voneinander entfernt, bald gerade, bald gekrümmt, jedenfalls ohne jede Beziehung zu den Epidermiszellen, über die sie auf weite Strecken hinlaufend zu verfolgen sind. Sie anastomosieren nicht miteinander, sondern endigen blind. Sie bewirken die charakteristische zarte linienförmige Querstreifung der Fruchtschale. Diese Streifen sind höchst charakteristisch. Die Kuticula der Früchte von Capsicum baccatum zeigte eine zierliche parallele Längsstreifung. Die Streifen sind lang, verlaufen gerade oder gebogen und nahezu parallel. Die Rinnen in der Aufsenwand fehlen oder sind doch sehr undeutlich. Die Epidermiszellen sind viereckig und in Längsreihen geordnet. Collenchym fehlt.

Unter der Epidermis liegt ein gleichfalls sehr dickwandiges collenchymatisches Gewebe von etwa 5—6 Zellschichten, welches ziemlich unvermittelt in ein vielschichtiges, dünnwandiges, stark tangential gestrecktes Cellulosepareńchym übergeht (Fig. 8 u. 9, *III*).

Das ganze bisher beschriebene Gewebe — Parenchym, Collenchym, Epidermis — enthalten, von dem sehr zarten Plasmaschlauch umhüllt, zahlreiche spindelförmige, zwei- und dreispitzige oder runde, relativ resistente gelbe Chromatophoren neben rotgelben Tröpfchen. Diese Chromatophoren sind an der unreifen Frucht grün und werden unter Erhaltung ihrer Form (bei der reifen Frucht) durch Schwefelsäure sofort tiefblau. Der Farbstoff löst sich in Alkohol, Äther, Fetten und ätherischen Ölen. Die Lösung zeigt stets noch den Chlorophyllstreifen I (von Chlorophyllresten herrührend).

Die Wand der Zellen des subepidermalen Collenchyms (Fig. 8, *II*) und der Epidermis ist durch und durch „verkorkt", sie quillt zwar in Schwefelsäure, löst sich aber nicht darin usw. Die innersten Zellen zeigen eine deutliche Körnelung der Wand. Es sieht aus, als wären Körner anderer Lichtbrechung in die Membran eingelagert (Fig. 8 bei *x*). Diese Körnelung kann man sich, wenn auch undeutlicher, auch an den Membranen der äufseren Zellreihen sichtbar machen, wenn man das Präparat mit konzentrierter Schwefelsäure erhitzt.

Die dann folgenden Parenchymlagen sind dünnwandig, die Cellulosewände bisweilen verbogen (Fig. 8 u. 9, *III* u. *IV*). Auf diese folgen dann die bei der Droge meist mehr oder weniger obliterierten (und geteilten) Grofszellen (Fig. 8, *gr*; vergl. auch Fig. 7, *gr*), die in der Mitte oft durch dicke Scheidewände, oben

und unten durch dünnwandigere Zellen getrennt sind. Über diesen trennenden Zellen bleibt die Epidermis dünnwandig, über den Grofszellen sclerotisiert sie (Fig. 8, *epi*). Diese Epidermalsclereiden sind sehr charakteristisch. Sie sind an den schwach welligen Seitenwänden (nicht aufsen und innen) grob getüpfelt (Fig. 11). Ihre Wand ist geschichtet, die Mittellamelle verholzt. Die unverdickten Epidermiszellen zeigen nichts Besonderes.

Die den Sclereiden innen aufsitzende Wand der Grofszellen ist dick, stark quellbar und besteht aus Cellulose.

Die Grofszellen bedingen die Längsbuckel, die der Innenwand der Fruchtschale ein so charakteristisches Aussehen verleihen. Bisweilen sind sie mit Oxalatsand erfüllt. Sonst ist das in der Fruchtknotenwand enthaltene Oxalat verbraucht. In der Fruchtwand findet sich bisweilen kleinkörnige Stärke, immer Zucker. Das Parenchym *(IV)* wird von kollateralen Gefäfsbündeln durchzogen, die relativ weite, getüpfelte oder Spiralgefäfse führen (Fig. 10, *gfb*). Der Siebteil liegt an der Aufsenseite, ihm angelagert finden sich bisweilen eine oder zwei Bastfasern.

Die basale Centralplacenta wird von einem sehr weitmaschigen, reichdurchlüfteten Parenchym mit einem weiten Gefäfsbündelcylinder gebildet. Die Scheidewände *(w)* bestehen aus einem wenige Zelllagen dicken centralen, parenchymatischen, an Gefäfsbündeln reichen Teile und einer beiderseitigen Epidermis, die vorwiegend ebenfalls parenchymatisch ausgebildet ist und nur an einigen Stellen, ähnlich wie bei der inneren Epidermis der Carpellwand, sclerotisiert (Fig. 12, *scl*). Die verdickten Zellen besitzen nur selten wellige Seitenwände (Fig. 18). Die Mehrzahl der Epidermiszellen zeigt bei der halbreifen Frucht nur wenig verdickte Aufsenwände, wohl aber sind schon hier die meisten palissadenartig gestreckt. Bei der reifen Frucht ist die Aufsenwand der Epidermiszellen stark verdickt und quillt mit Chloral stark (Fig. 13), da und dort die Kuticula abhebend. An einigen Stellen beginnt nun hier die Harzbildung. Die Epidermiszellen füllen sich mit einer körnigen Masse und die Aufsenwand zeigt zuerst einige kleine Höhlungen (Fig. 14), die aber bald zu gröfseren zusammenfliefsen (Fig. 15 u. 16). Sie macht den Eindruck, als sei sie korrodiert.

In diesem Stadium tritt daselbst gleichzeitig eine ölige Masse auf, die die Aufsenwand samt der Kuticula von der zarten innersten Membranpartie der Epidermiszellen abhebt (Fig. 15).

In diesem Stadium zeigt die Kuticula, von oben betrachtet, noch die Abdrücke der polygonalen Epidermiszellen und dort, wo dieselben zusammenstofsen, die kleinen, zwischen die Zellen dringenden Zapfen (Fig. 19). Bei weiter fortschreitender Harzbildung wird der ganze abgehobene Teil der Aufsenwand bis auf die Kuticula gelöst, und schliefslich liegt unter der Kuticula ein Haufwerk tafelförmiger Capsaicinkristalle, die bei regelmäfsiger Ausbildung als vier- bis sechsseitige farblose Tafeln erscheinen. Diese Kristalle lösen sich bei Zusatz von Kalilauge langsam und an ihrer Stelle tritt fast momentan ein Haufwerk vortrefflich ausgebildeter Oktaeder von Capsaicinnatrium. Dafs die Kristalle in der That Capsaicin, d. h. der die Schärfe des spanischen Pfeffers bedingende Stoff, sind, lehrt ihr Geschmack. Man braucht nur mit der Pincette einige derselben herauszupräparieren und auf die Zunge zu bringen: der furchtbar brennende Geschmack, die lebhafte Rötung von Zunge und Lippen, der starke Speichelfluss selbst bei Einführung minimer Mengen, läfst keinen Zweifel darüber.

In diesem Entwickelungsstadium werden die Epidermiszellen durch das Sekret so zusammengedrückt, dafs ihre Seitenwände wellig verbogen erscheinen. Aufser in diesen Drüsenflecken findet sich Capsaicin in keinem anderen Teile der Frucht. Bisweilen wird aber die Kuticula gesprengt und die Kristalle und Tropfen treten an die Oberfläche der Scheidewand.

Das Ovulum besitzt nur ein dickes Integument (Fig. 20). Die Epidermis desselben wird schon bald nach erfolgter Befruchtung different ausgestaltet und verdickt sich an der Aufsenseite (Fig. 26). Unter der Epidermis liegen 6—10 Zellreihen. Sie bilden die Nährschicht der Samenschale und obliterieren bis auf 2—3 Reihen, die erhalten bleiben (Fig. 23).

Im reifen Samen ist der gekrümmte Embryo in das Endosperm so eingebettet, dafs die Radicula nach dem Mikropylarende zeigt (Fig. 6 u. 6 a).

Die Testa der reifen Samen ist vierschichtig. Die äufserste Reihe, die Epidermis des Samens, ist, besonders an den breiten Flächen des Samens, sehr eigenartig gebaut. Die Zellen sind nur innen und an der Basis der Seiten sehr stark verdickt. Die Verdickung ist eine sehr unregelmäfsige. Es macht den Eindruck, als habe die stark verdickte und verholzte Innen-Membran ein nachträgliches Flächenwachstum erfahren, demselben aber nicht folgen können, so dafs mannigfache wulstige Verbiegungen eintreten mufsten. In der That ist die Innenwand so vielfach wulstig verbogen, dafs der Name Gekrösezellen nicht unpassend erscheint (Fig. 23, *Ep*). Von der Fläche gesehen, sind ihre Membranen verbogen, die Zellen greifen also zahnartig ineinander (Fig. 25). Die Aufsenwand besteht aus der sehr zarten Kuticula, unter der sich eine schmale Celluloseschicht findet. Die ganze an das Lumen grenzende Innenseite der Gekrösezellen ist von einem kuticularisierten Häutchen ausgekleidet. Sowohl die Celluloseschicht als auch Seiten- und Innenwände quellen in Kali bedeutend, bei letzteren tritt hierbei eine sehr schöne Schichtung hervor. An den Kanten des Samens wird die im übrigen nur niedrige Epidermis relativ hoch, so dafs dort die Zellen höher als breit sind, auch nicht gekröseartig erscheinen. Dementsprechend ist denn auch die Flächenansicht an diesen Stellen (Fig. 24) eine andere als an den Seitenflächen (Fig. 25).

Unter der Epidermis liegt eine Reihe relativ weiter Parenchymzellen, dann folgt die eigentliche Nährschicht (Angew. Anatomie, S. 76 u. 459) — viele Reihen stark kollabierter Zellen — und endlich die innere Samenhaut: Eine Reihe kleiner quadratischer, in der Flächenansicht polyedrischer Zellen. Bis hierher ist alles aus dem einen Integumente des Ovulums hervorgegangen. Die dickwandigen Endospermzellen sind dicht erfüllt mit kleinen, ziemlich gleich grofsen, 3,5—5,5 mik breiten Aleuronkörnern, deren jeder ein Kristalloid führt (Fig. 27), und fettem Öl. Die Zellen der äufsersten epidermalen Zellreihe des Endosperms zeigen verdickte Aufsenwände. Alle sind polyedrisch. Nicht selten entstehen durch nachträgliche Spaltung Interzellularen zwischen den Zellen (Fig. 27), ein bei Endospermen seltener Fall. Die innersten Lagen des Endosperms, gegen den Keimling zu, sind obliteriert und verquellen stark bei der Keimung (Quellgewebe), Keimling und Endosperm in innigen Kontakt bringend. Kotyledonen und Radicula enthalten die gleichen Inhaltsstoffe, nur sind die Aleuronkörner noch zahlreicher vorhanden und sind kleiner als im Endosperm, 1—2 mik. Die Zellkerne sind deutlich (Fig. 28).

Die aufeinander liegenden Seiten der Kotyledonen zeigen palissadenartige Streckung der oberen Mesophyllreihen (Fig. 21). Die Blattoberseite ist also schon im Samen differenziert. Prokambiumstränge durchziehen Kotyledonen und Radicula, deren centraler Prokambiumstrang deutlich hervortritt (Fig. 22).

Der Kelch ist bei der Frucht erhalten (Fig. 1). Das aufserordentlich reich durchlüftete Mesophyll wird von zahlreichen Gefäfsbündeln durchzogen (Fig. 32). Die Epidermis der Oberseite besteht aus polyedrischen Zellen, die da und dort partiell zu Trichomen ausgestülpt sind. Diese Trichome bestehen aus einem einreihigen Stiel und einem mehrzelligen Köpfchen und sind im Bogen nach oben gekrümmt, so dafs man das Köpfchen bei den Querschnitten durch die Blätter von oben sieht: 4 Zellen liegen hier nebeneinander (Fig. 32, *t*), die Unterseite ist trichomfrei und trägt die Stomata (Fig. 34).

Der Fruchtstiel ist hohl, um das gröfstenteils obliterierte Mark liegt der geschlossene Gefäfsbündelcylinder. Das Bündel ist bikollateral (Fig. 29), sowohl aufserhalb wie innerhalb von dem Holzteil findet sich Siebteil. In diesen Siebteilen sind kleine Bastfasern verstreut (Fig. 29 u. 31). Der Holzteil baut sich aus Gefäfsen, Tracheiden und Libriform (Fig. 30) auf und wird von Markstrahlen durchzogen. In der grünen primären Rinde liegen Kristallsandzellen.

Das Pulver.

Im Pulver pflegen die Elemente des Samens zu prävalieren: Samenschale, Endosperm und Embryonalgewebe. Bei dem in Alkohol beobachteten Präparate sind auch die Aleuronkörner deutlich. In Chloralhydrat betrachtet treten alsdann auch die geformten Elemente der Fruchtschale mit ihrem farbigen Inhalte hervor, besonders das verkorkte Collenchym und die sclerotisierten Zellen der inneren Epidermis. Die Elemente des Kelches und Fruchtstiels, wie die Gefäfsbündelelemente treten diesen gegenüber ganz zurück. Da der rote Farbstoff der Fruchtschale in fettem Öle sehr leicht löslich ist, so ist oft auch das ölreiche Endosperm und der Embryo rot gefärbt. Rote Tröpfchen schwimmen im Präparat. Durch Schwefelsäure wird das Pulver tiefblau.

Tafel 4.

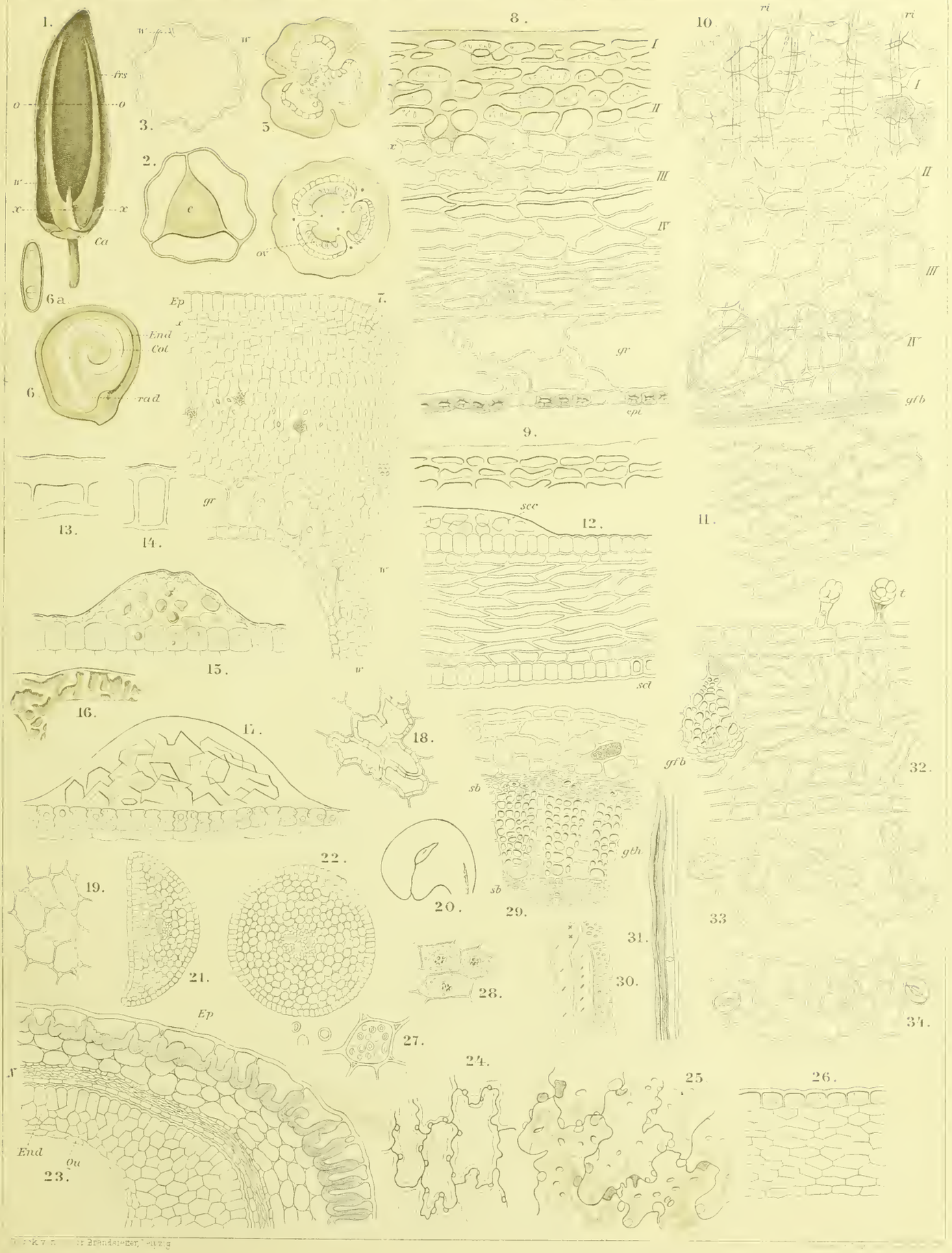
Erklärung der Abbildungen.

(Fruct. capsici.)

Fig. 1. Eine reife Frucht geöffnet, die 3 Scheidewände (*w*) zeigend.
„ 2. Reife Frucht, bei *x* ... *x* (Fig. 1) durchschnitten.
„ 3. Reife Frucht, bei *o* ... *o* (Fig. 1) durchschnitten.
„ 4. Fruchtknoten, an der Basis durchschnitten.
„ 5. Fruchtknoten, oben durchschnitten.
„ 6. Längsschnitt durch den Samen, Lupenbild.
„ 6a. Querschnitt durch den reifen Samen, Lupenbild.
„ 7. Querschnitt durch die Fruchtknotenwand und die Ansatzstelle einer Scheidewand.
„ 8. Querschnitt durch die Fruchtwand.
„ 9. Radialer Längsschnitt durch die äufserste Partie der Fruchtwand.
„ 10. Succedane Flächenansichten der Fruchtwandschichten. Zahlen (I—IV) mit Fig. 8 korrespondierend.
„ 11. Flächenansicht der inneren Epidermis der Fruchtwand.
„ 12. Querschnitt durch eine Scheidewand bei *o* (Fig. 1).
„ 13—17. Entwicklung der Capsaicindrüsenflecke der Scheidewände.
„ 18. Epidermissclereiden der Scheidewand.
Fig. 19. Kuticula eines jungen Drüsenflecks von der Fläche gesehen.
„ 20. Ovulum.
„ 21. Kotyledon, quer durchschnitten.
„ 22. Radicula, quer durchschnitten.
„ 23. Querschnitt durch die Randschicht eines Samens.
„ 24. Flächenansicht der Epidermal-Sclereiden der Kanten des Samens.
„ 25. Flächenansicht der Epidermal-Sclereiden der Breitseiten des Samens.
„ 26. Querschnitt durch das Integument des Ovulums.
„ 27. Aleuron aus dem Endosperm.
„ 28. Aleuron aus dem Keimling.
„ 29. Teil des Querschnittes durch den Fruchtstiel.
„ 30. Libriform und Gefäfsfragment aus dem Fruchtstiel.
„ 31. Bastfaser und Siebröhre aus dem Fruchtstiel.
„ 32. Querschnitt durch das Kelchblatt.
„ 33. Obere Epidermis des Kelchblattes.
„ 34. Untere Epidermis des Kelchblattes.

Capsicum.

Taf. 4



Druck v. [illegible] Brandstetter, Leipzig

Sem. sinapis nigr.

Schwarzer Senf, Moutarde noire, Black mustard.

Der Fruchtknoten von Brassica nigra Koch (Sinapis nigra L) ist durch eine falsche Scheidewand in zwei Längsfächer geteilt (Fig. 7). Die kamptotropen Ovula (Fig. 3a) liegen bald nur in dem einen, bald in beiden Fächern (Fig. 4). Sie besitzen einen sich später verlängernden Funiculus und zwei Integumente, von denen das innere etwas breiter ist als das äufsere und die beide reichlich mit Stärke erfüllt sind. Nach erfolgter Befruchtung zeigt das äufsere Integument 4 Zellreihen (Fig. 11), von denen die äufsere sich zur Schleimepidermis, die zweite, inhaltsfreie, zur Grofszellschicht, die dritte zur Sclereiden- und die vierte zur Pigmentschicht entwickelt. Das innere Integument besteht zu dieser Zeit aus etwa 5 bis 6 Zellreihen. Von diesen bleibt nur die äufserste erhalten und wird zur Aleuron(Öl)schicht (s. unten), die inneren Zellreihen („Nährschicht") obliterieren bald und sind nur als kollabierte Zone am reifen Samen zu finden (Fig. 12, *N*). Das innere Integument ist in den Nucellus vorgestülpt (Fig. 3a) und seine Reste bleiben daher als Samenhautreste auch im reifen Samen zwischen Radicula und den Kotyledonen sichtbar (Fig. 1). Das Endosperm wird vollständig resorbiert.

Die Fruchtschale der reifen Frucht ist von einer aufsen sehr stark verdickten Epidermis bedeckt, im übrigen ist sie — bis auf eine rings umlaufende, nur an der Vereinigungsstelle der Carpelle unterbrochene, aus Palissadensclereiden bestehende innere „Hartschicht" — parenchymatös, von zahlreichen anastomosierenden (Fig. 4, *frs*) Gefäfsbündelchen durchzogen und an der durch eine Längsrippe kenntlichen Mittelrippe der Carpelle mit einem gröfseren Bündel (Hauptnerv) versehen. Der Querschnitt der Frucht ist rundlich-rhombisch. Im Parenchym liegen kurze „Eiweifsschläuche".

Da die Carpelle an den Vereinigungsstellen nur locker miteinander verwachsen sind, so lösen sich die beiden Schalen im Zustande der Reife leicht von der stehenbleibenden, die Samen und den Griffel tragenden Scheidewand los und fallen ab.

Die Samen sind etwa 1,5 mm lang und etwa 1 mg schwer, tief rotbraun, mit der Lupe betrachtet fein netzig-grubig, da und dort weifs-schuppig (von abgelöster Schleimepidermis, s. unten). Das Hilum ist als zarter Nabel sichtbar, auch die Radicula markiert sich oft auch äufserlich. Die braune Samenschale haftet ziemlich fest an dem gelben Samenkern, doch läfst sich letzterer aus derselben herauslösen und zeigt nun (Fig. 5) die für die Abteilung der Orthoplocae charakteristische Faltung der Kotyledonen um die Radicula (Fig. 1 u. 5). Die beiden Kotyledonen sind an ihrer Mittelrippe gefaltet und stecken ineinander, das innere umgiebt die rundlich dreieckige Radicula auf zwei Seiten. An der Spitze der Radicula liegt zwischen den Ansatzstellen der Kotyledonen die kleine kegelförmige Plumula (*p* in Fig. 6).

Die Epidermis der Samenschale wird von grofsen, nahezu isodiametrischen, 55 : 80 mik weiten Zellen gebildet, deren sekundäre Verdickungsschichten an Aufsen- und Seitenwand sehr stark verdickt sind und in Wasser quellen (Schleimepidermis) (Fig. 12 u. 13, *schle*), aber auch in Alkohol betrachtet, die Zelle nahezu (bis auf einen kleinen Spalt an der Innenwand) erfüllen. Schichtung ist an den Schleimmembranen sehr schwer zu sehen, am besten noch in konzentriertem Glycerin und nach successiver Behandlung mit Alkohol und Wasser. Beim Quellen in Wasser hält die Cuticula Stand und wird nicht zersprengt. Überhaupt ist das Quellungsvermögen kein sehr starkes. Gegen Jod allein reagieren diese Schleimzellen nicht oder doch nur schwach (blau), bei Behandlung mit Jod-Schwefelsäure zeigen sie aber Bläuung. Gegen polarisiertes Licht reagiert die verschleimte Membran nur schwach. Von der Fläche unter Alkohol betrachtet erkennt man, dafs die Aufsenwand der Schleimzellen von zahlreichen, nahezu parallelen spaltenförmigen Tüpfeln durchzogen ist, die bei Wasserzutritt infolge der Quellung verschwinden. (Unterschied vom weifsen Senf.)

Unter diesem Schleimepithel liegt eine subepidermale Reihe 67 : 100 mik weiter Zellen — die „Mittelschicht" (Grofszellschicht), Fig. 12 u. 13, *gr* —, deren Form meist erst bei Zusatz von Kali zum Präparat deutlich wird. Für gewöhnlich sind sie stark zusammengefallen und liegt ihre Aufsenmembran alsdann der Aufsenmembran der nächstfolgenden Zellreihe dicht an. Diese Schicht und das Schleimepithel bewirken die feine netzig-grubige Zeichnung der Samenoberfläche. Es stülpt sich nämlich, wie Fig. 12 auf der rechten Seite zeigt, das Schleimepithel buchtig in die inhaltsfreien Grofszellen hinein. So entstehen grubige, mit der Lupe wahrnehmbare Vertiefungen auf der Samenschale.

Nun folgt die im Samenquerschnitt bogenförmig verlaufende Sclereidenschicht (Fig. 12 u. 13, *scl*). Die Zellen derselben sind mehr oder weniger, am stärksten dort, wo die Seitenwand der darüberliegenden Zelle ansitzt, am wenigsten in der Mitte zwischen zwei Ansatzstellen, radial gestreckt (daher verschieden hoch) und ungleichmäfsig verdickt. Zu äufserst und an den obersten Teilen der Seitenwand sind sie unverdickt, dann folgt ein sehr dicker Ringwulst und an der Innenseite und den inneren Teilen der Seitenwand ist die Verdickung wieder etwas geringer als in dem Wulst. An den verdickten Partien der Seitenwände ist die Begrenzungslinie der Zellen nur sehr undeutlich zu sehen. Auch auf der Flächenansicht sieht man dieselbe kaum viel deutlicher. Hier erkennt man jedoch, dafs die Sclereiden von isodiametrischem Querschnitte sind. Bei höchster Einstellung sieht man den oberen Teil der Zelle als zarte Kontur, bei etwas tieferer treten die rundlichen Lumina hervor (Fig. 13, *scl*).

Die Membranen der Sclereiden sind gelb gefärbt und werden (wohl infolge von Phlobaphenen) durch Eisenchlorid blau. Im polarisierten Licht leuchten sie mit gelber Farbe. Inhalt

führen die Zellen nicht. Ihre Länge beträgt (im verdickten Teile) 13—20 mik, der Durchmesser 5—7 mik.

Aus dem Flächenschnitte ergiebt sich, dafs etwa 60 Sclereiden von einer Zelle des Schleimepithels bedeckt werden.

Unter der Sclereidenschicht liegt die Pigmentschicht (Fig. 12 und 13, *pig*), deren Zellen im Querschnitt etwa die Breite der Schleimzellen haben oder schmäler sind, aber etwas in die Länge gestreckt erscheinen. Ihre Membranen sind dünn. Jede Zelle enthält einen braunen Farbstoffklumpen, der sich mit Eisenchlorid blau färbt und von Kalilauge langsam und nicht vollständig gelöst wird. Diese Schicht bedingt (in Kombination mit der Sclereidenschicht) die braune Farbe der Samen.

Dann folgt die sogenannte Kleberschicht (Ölschicht, Fig. 12 u. 13, *kl*), gebildet von etwa isodiametrischen dickwandigen, 24 bis 35 mik breiten Zellen, von denen (in der Flächenansicht) etwa 10 von einer Grofszelle bedeckt werden. Sie fehlt dort, wo Mikropyle und Hilum zu suchen ist.

Betrachtet man den Inhalt dieser Zellen unter dickem Glycerin oder fettem Öl, so sieht man in ihnen eine grofse Menge eckiger Körner, die sich durch Jod tief gelb färben, eingebettet in eine durchsichtige, scheinbar homogene Masse (Fig. 12, *kl. g*). Läfst man nun zu dem in Glycerin liegenden Schnitte vorsichtig Wasser zufliefsen, so sieht man wie sobald der erste Tropfen Wasser hinzutritt, diese Körner sich auflösen, und nun erscheint ein Netzwerk feiner Fäden in der Zelle, hier und da ist schon jetzt ein Tröpfchen wahrzunehmen (Fig. 12, *kl. w*). Läfst man nun konzentrierte Schwefelsäure zum Präparate treten, so treten aus dem Netzwerk dort, wo es gerissen ist, Öltröpfchen hervor (Fig. 12, *kl. sh*). Ist der Zellinhalt jedoch intakt, so bleibt das Ganze nahezu unverändert erhalten und bildet, nachdem die Cellulosemembran aufgelöst, einen ovalen netzigen Ballen (Fig. 13, *kl. b*). Sobald man aber mit dem Deckgläschen einen Druck auf das Präparat ausübt und so den isolierten Zellinhalt zertrümmert, treten aus dem Maschennetze unzählige Öltröpfchen hervor. Auch jetzt bleibt das Netzwerk, oftmals wenigstens, noch streckenweise erhalten.

Aus diesem Verhalten geht hervor, dafs der Hauptbestandteil dieser Zellen fettes Öl ist, neben diesem kommen in Wasser lösliche Eiweifskörper in Körnerform darin vor und ein, wie die Reaktionen zeigen, sehr resistenter, Proteinkörper als Grundsubstanz. Denn mit Jod und Millon's Reagens erhält man in dem Zellinhalte, besonders aber in jenem Netz deutliche Eiweifsreaktion oder richtiger gesagt eine Gelb- bez. Rotfärbung. Denn es darf als ausgemacht gelten, dafs nicht nur Eiweifssubstanzen diese Reaktionen geben. Es ist aus verschiedenen Gründen nicht ganz unwahrscheinlich, dafs der wasserlösliche Körper ein Ferment ist. Kleber fehlt der Schicht gänzlich. Es ist daher unrichtig, diese Schicht „Kleberschicht“ zu nennen. Wenn man ihr durchaus einen Namen geben will, so müfste man sie nach dem Hauptbestandteile „Ölschicht“ nennen. Ganz ähnlich verhält sich übrigens die ebenfalls fälschlich Kleberschicht genannte äquivalente Zone bei den Cerealien.

Die nun folgende, stark lichtbrechende Zone ist als Nährschicht (Angew. Anatomie S. 459) anzusprechen. Entwicklungsgeschichtlich bildet sie mit der „Ölschicht“ (*kl*) das innere Integument (Fig. 11, *teg. 2*). Diese Zone bleibt als „innere Samenhaut“ zwischen Radicula und den Kotyledonen als zartes Häutchen erhalten (Fig. 1 und Fig. 12 bei *N*). Die Zellen sind stark kollabiert. Ihre Lumina sind nur als zarte Linie zu erkennen. Endosperm fehlt.

Der Samenkern besteht aus den gefalteten Kotyledonen und der Radicula. Die Blattoberseite ist bei den Kotyledonen schon im Samen deutlich von der Unterseite differenziert: die palissadenartige Streckung einer oder mehrerer subepidermalen Reihen tritt klar hervor (Fig. 1), die Oberseiten der Blätter liegen einander an. Es liegt also die Oberseite bei dem äufseren Kotyledon an der Innenseite, bei dem inneren an der Aufsenseite (Fig. 1). Zarte Procambiumstränge durchziehen die Kotyledonen (Fig. 15). Dieselben werden, wenn die Keimblätter bei der epigäen Keimung infolge Streckung des Hypokotyls über die Erde treten (Fig. 8—10) und ergrünen, sehr bald zu Gefäfsbündeln.

Die Radicula führt einen centralen Procambiumstrang, der bereits deutlich diarchen Bau (Angew. Anatomie, S. 366) zeigt und auch schon Pericambium und Endodermis erkennen läfst (Fig. 14). Die Epidermiszellen der Radicula und der Kotyledonen sind isodiametrisch-tafelförmig.

Der Inhalt der Zellen ist Aleuron, fettes Öl und Plasma, welch' letzteres man durch Zusatz von Essigsäure zu dem (durch Alkohol vom Öl befreiten) Schnitte als zartes Netz sichtbar machen kann (Fig. 15 bei *a*). Nur in zwei (wohl nicht ganz reifen) Samen fand ich Stärkekörnchen, Überreste der Stärke der unreifen Samen (s. oben). Ein Zellkern liegt in dem Plasmagerüst. Die Aleuronkörner sind im Maximum 8 mik breit und 16 mik lang und sehr mannigfach gestaltet, rundlich, verzogen, gekrümmt und gelappt, meist mit sehr unregelmäfsigen Umrissen. Die grofsen Aleuronkörner werden von einigen wenigen, sehr viel kleineren rundlichen Körnern begleitet. Sie enthalten in der Grundmasse zahlreiche, sehr kleine Globoide (Fig. 12 u. 16). Einige Zellen der Radicula und der Kotyledonen, die in ihrer Form nicht wesentlich von den übrigen abweichen (Fig. 15, *f*), enthalten andere (durch Jod tief gelb sich färbende) Eiweifskörper als die Mehrzahl der Zellen. Während sich die normalen Aleuronkörner in verdünnter Essigsäure lösen, bleiben diese darin ungelöst und lösen sich auch nicht, weder in Alkohol, noch in Glycerin. Durch Orcin-Salzsäure konnte Färbung nicht erhalten werden. Diese Zellen als Fermentzellen und ihren Inhalt als Ferment (Myrosin) zu betrachten, lag nahe. Die eben angeführten Reaktionen zeigen jedoch, dafs sich der Inhalt nicht wie ein Ferment verhält. Immerhin läfst sich durch einen Versuch feststellen, dafs das Myrosin (neben dem myronsauren Kali) in Kotyledonen und Radicula seinen Sitz haben mufs, denn wenn man die Samen von der Schale befreit, so tritt beim Zerquetschen mit Wasser der Senfölgeruch besonders beim Erwärmen ebenso hervor, wie wenn man die Samen mit der Schale in Wasser zerquetscht.

Pulver.

In Alkohol betrachtet, läfst das Senfpulver die charakteristischen Aleuronkörner in grofser Zahl erkennen. Läfst man alsdann Glycerin oder Chlorallösung zufliefsen, so tritt das Parenchym der Kotyledonen und der Radicula und die Details der zu eckigen Fragmenten zertrümmerten braunen Samenschale klar hervor.

Auf der gelbbraunen Sclereidenschicht (Fig. 13, *scl*) zeichnet sich das grofsmaschige braune Netz der Grofszellschicht (*gr*) deutlich ab. Die Sclereiden sind schmäler als beim weifsen Senf. Da und dort sind Zellen der Ölschicht (*kl*) mit ihrem charakteristischen Inhalte sichtbar und zahlreiche Öltropfen schwimmen im Präparate herum.

Der Samenkern wird mit Kali gelb, nicht orange (wie beim weifsen Senf). Kalkoxalat, Stärke, Zucker, Gerbstoffe fehlen ihm gänzlich.

Sarepta-Senf.

Die Samen von Brassica juncea Hook. fil. et Thoms. sind denen des schwarzen Senf sehr ähnlich. Sie besitzen auch eine ähnlich gebaute Samenschale. Die Sclereidenschicht besteht auch hier aus verschieden hohen, radial gestreckten Sclereiden. Die kürzesten sind gedrungen und ziemlich dickwandig. Sie zeigen im Querschnittsbilde der Samenschale an den Seitenwänden die gleichen kleinen Zacken wie die Sclereiden des weifsen Senf. Die längsten Sclereiden sind schlank, alle im oberen Theile dünnwandig und unmittelbar unter der Anfangsstelle der dünnen Wandpartie mehr oder weniger wulstig verdickt. Ihre Farbe ist gelb. Im Flächenschnitt sieht man bei höchster Einstellung die isodiametrischen Querschnitte des dünnen, bei tieferer die ebenfalls fast isodiametrischen Querschnittsbilder des dickwandigen Teiles der Zellen, ähnlich wie beim schwarzen Senf. Der Durchmesser der Sclereiden beträgt 10—15 mik; dadurch schon unterscheidet sich der Sareptasenf vom schwarzen. Die Aufsenwand der Sclereiden besteht aus einer dicken Schleimmembran, in der tangentiale Spalten und Schichten sichtbar sind. Der Schleim quillt nur wenig. Einen cellulären Bau konnte ich in dieser Schicht beim reifen Samen nicht wahrnehmen. Auch hebt sich bei Zusatz von Quellungsmitteln die Cuticula in continuo davon ab. Vielleicht hatte diese Schicht früher cellulären Bau und die Trennungswände der Zellen verschleimten später. Da entwickelungsgeschichtlich brauchbares Material nicht vorlag, konnte die Frage nicht definitiv gelöst werden. Die Schleimmembran liegt beim trockenen Samen der Sclereidenschicht als zarte Haut fest auf. Auf die Sclereidenschicht folgt eine einreihige Pigmentschicht und auf diese relativ grosse und dünnwandige „Kleber- bez. Ölzellen", zu innerst liegt die obliterierte Nährschicht. Grofszellen fehlen. Der Samenkern ist wie bei S. nigr. gebaut.

Betrachtet man die Samenschale von der Fläche, so sieht man auch hier wie beim schwarzen Senf, nur weniger deutlich, bei höchster Einstellung ein grofsmaschiges braunes Netz über den Sclereiden. Es rührt dies daher, dass die Sclereiden in regelmäfsigen Intervallen höher und kürzer werden und so, da die Schleimmembran ihnen fest aufliegt, isodiametrische Mulden entstehen.

Der Same zeigt denn auch dementsprechend, mit der Lupe betrachtet, zierliche Punktierung.

Die grofsen globoidreichen Aleuronkörner von 7—15 mik Länge werden von einigen kleineren rundlichen begleitet.

Neben den Aleuron führenden Zellen findet man ziemlich viele sog. „Eiweifsschläuche" (s. oben).

Da der Sareptasenf von der Samenschale befreit wird, besteht das Pulver desselben nur aus dem zerkleinerten Samenkern — Kotyledonen und Radicula. Man findet nur die dünnwandigen Parenchymzellen und die Aleuronkörner. Präpariert man mit Alkohol vom Öl befreites Material in Alkohol, so treten die letzteren sehr schön hervor, läfst man dann verdünnte Essigsäure hinzutreten, so bleiben (aufser den Membranfetzen) nur die Inhalte der „Eiweifsschläuche" übrig.

Kleine Reste der Samenschale findet man übrigens stets im Sareptasenfmehl.

Von Brassica Napus, der auf der Tafel der Ölpflanzen abgebildet wird, unterscheidet sich der schwarze Senf durch die bei ihm viel schmäleren Sclereiden und die fehlenden stabförmigen Kleinkörner der Aleuronkörner.

Sem. erucae (Sinapis alb.)

Die Früchte von Sinapis alba L. unterscheiden sich durch einen langen geflügelten Schnabel und reichliche Behaarung (Fig. 17 und 18) von denen des schwarzen Senf. Die Haare haben eine feinwarzige Kuticula (Fig. 19). Auch hier liegen die Samen entweder in einem oder in beiden Fächern (Fig. 18).

Die campylotropen Samen haben 2 Integumente. Das innere ist erheblich dicker als das äussere. Beide führen reichlich Stärke.

Die Samen sind rund und gelblich und zeigen nur bei Betrachtung mit einer starken Lupe sehr zarte Punktierung; sie sind gröfser als die Samen des schwarzen Senf und 1,5 mgr schwer.

Im grofsen und ganzen ist der Bau der Samen des weissen Senf von dem des schwarzen wesentlich nicht verschieden. In einigen Punkten weicht er jedoch ab.

Die Epidermis wird auch hier von einem Schleimepithel gebildet (Fig. 20, *schle*). Die Wandungen sind aber sehr viel mehr quellbar als beim schwarzen Senf. Unter Alkohol betrachtet zeigen sie, von der Fläche betrachtet, eine sehr verschieden breite, stark lichtbrechende helle Randpartie und eine weniger stark lichtbrechende Mitte. Im Querschnitte erweisen sie sich als schwach kegelförmig vorgestülpt; auch hier ist die hellere Randpartie deutlich, doch sieht man sie oftmals gegen den Zellscheitel hin stark verdünnt, auch tritt hier eine hellere, deutlich radial gestreifte und gezonte Mittelpartie

innerhalb der weniger lichtbrechenden Schicht und, gegen die Innenwand zu, das schmale Zelllumen hervor. Schichtung ist allenthalben, in allen Schichten wahrzunehmen. Läfst man nun Wasser zufliefsen, so quellen die Schichten alle sehr stark, doch scheint die unverletzte Zelle nicht gesprengt zu werden, vielmehr hält die primäre Membran (und aufsen die Kuticula) den Zellinhalt zusammen und wird nur stark gedehnt. Dort wo eine Sprengung der Aufsenmembran stattfindet, und dieselbe tritt wohl stets ein, wenn man verdünntes Kali einwirken läfst, kann entweder die Sprengung so erfolgen, dass der Inhalt kegelförmig hervortritt, oder aber die primäre Membran an der Aufsenseite der Zelle dort, wo die Kuticula aufliegt, zerreifst und der Inhalt als breiter Cylinder hervortritt. Wenn nun die stärker lichtbrechende und stärker quellbare peripherische Zone an der Spitze der Zelle dünner ist als an den Rändern, so wird bei Wasserzutritt allerseits um diese Stelle herum die Quellung stärker sein als dort. Die Folge davon ist, dass, da die Quellung der Schichten sehr rasch vor sich geht und die mittlere Partie gegen die stärker quellbare Seite zurückbleibt, die Kuticula an der Spitze des Schleimcylinders trichterförmig eingefaltet erscheint. Der Schleimcylinder selbst zeigt prächtige Schichtung und zarte, die Schichten rechtwinkelig schneidende Längsstreifen. Von oben betrachtet, sieht man in der Mitte eine deutlich geschichtete helle Partie, dann folgt eine schmale, etwas weniger stärker lichtbrechende Zone und zu äufserst liegt wieder eine breite hellere. Die beiden äufseren Zonen sind von sehr zahlreichen zarten, stark verkrümmten und verbogenen Tüpfelkanälchen durchzogen und deutlich gezont (Fig. 20 und 21).

Die Breite der Schleimepithelzellen variiert zwischen 62 und 90 mik. Der Membramschleim wird durch Jod-Schwefelsäure blau gefärbt, reagirt also wie die unechten Schleime, die bei Behandeln mit Salpetersäure keine Schleimsäure geben.

Unter dem Schleimepithel folgt eine im trockenen Samen stark zusammengefallene Doppelschicht (Unterschied vom schwarzen Senf) von weiten isodiametrischen Zellen mit collenchymatisch verdickten Ecken (Fig. 20 und 21, *gr*). Diese Schicht, auf dem Flächenschnitt klar hervortretend, besitzt Zellen, deren Querdimensionen etwa denen der Schleimepithelzellen gleich sind: ihre Breite beträgt im Durchschnitt 55—70 mik, sie sind also bisweilen etwas schmäler als das Schleimepithel. Ihre Membranen sind dick. In den collenchymatischen Ecken findet sich meist ein kleiner Intercellularkanal (Fig. 20 und 21).

Die nun folgende Sclereidenschicht (Fig. 20, *scl*) besteht aus nahezu gleich hohen, radial gestreckten Sclereiden, die an den Ansatzstellen der Radialwände der darüber liegenden Zellen kaum viel höher sind als in den dazwischen liegenden Teilen. Ihre Höhe beträgt etwa 20—27 mik, ihr Durchmesser 4—13 mik. Die Wandung besitzt den gleichen Bau wie bei den entsprechenden Zellen des schwarzen Senf, doch fehlt meist der Ringwulst am oberen Ende, und die Verdickung wäre innen und an der Seite wenigstens bis zu $^4/_5$ der Höhe eine ganz gleichmäfsige, wenn nicht statt des Ringwulstes zahlreiche schmale Ringleistchen ausgebildet würden. Dadurch erscheint die Seitenmembran der Sclereiden auf Samenquerschnitten fein gezackt (Fig. 20). Die Flächenansicht (Fig. 21, *scl*) ist die gleiche wie beim schwarzen Senf, nur tritt als wichtigstes Unterscheidungsmerkmal der fast gänzliche Mangel eines in die Membran gelagerten Farbstoffes hervor. Die Zellen sind lichtgelblich gefärbt, die Slereidenwand ist verholzt. Auch in der nun folgenden Schicht — der Pigmentschicht des schwarzen Senf — ist Farbstoff nicht vorhanden. Daher kommt es, dafs der weifse Senf eine lichtgelbliche Farbe besitzt. Die Ölschicht (Fig. 20 und 21) ist wie beim schwarzen Senf gebaut, ebenso die Nährschicht, nur ist diese breiter als bei jenem.

Trotz der sehr wesentlichen chemischen Differenzen ist der Inhalt der Embryozellen (in Radicula und Kotyledonen) anatomisch von dem der gleichen Zellen des schwarzen Senf nicht verschieden: zahlreiche Aleuronkörner und fettes Öl erfüllen die dünnwandigen Zellen. Der Bau der Samenschale, besonders die andere Färbung der Sclereidenschicht, reicht zur Unterscheidung beider auch in Pulverform völlig aus, und nur dann kommt man in Verlegenheit, wenn Pulver vorliegen, die aus geschälten Senfsamen (die Schale löst sich leicht ab) bereitet wurden — hier ist, wenn sich gar keine Schalenfragmente finden, nur die chemische Prüfung mafsgebend und entscheidend.

Mit Kali wird der Samenkern des weifsen Senf gelb, erwärmt man dann, so tritt eine gesättigte Orangefarbe hervor.

Im Pulver des weifsen Senf findet man die helle Sclereidenschicht, die collenchymatischen Grofszellen und Reste der Schleimzellen (Fig. 21) neben den Aleuronkörnern, Parenchymfetzen und Öltropfen des Samenkerns auf den ersten Blick leicht auf. Auch Fetzen der sogenannten Kleberschicht sind deutlich. — Die Sclereiden sind erheblich breiter als beim schwarzen Senf (siehe oben).

Tafel 5.

Erklärung der Abbildungen.

(Sem. sinapis nigr.)

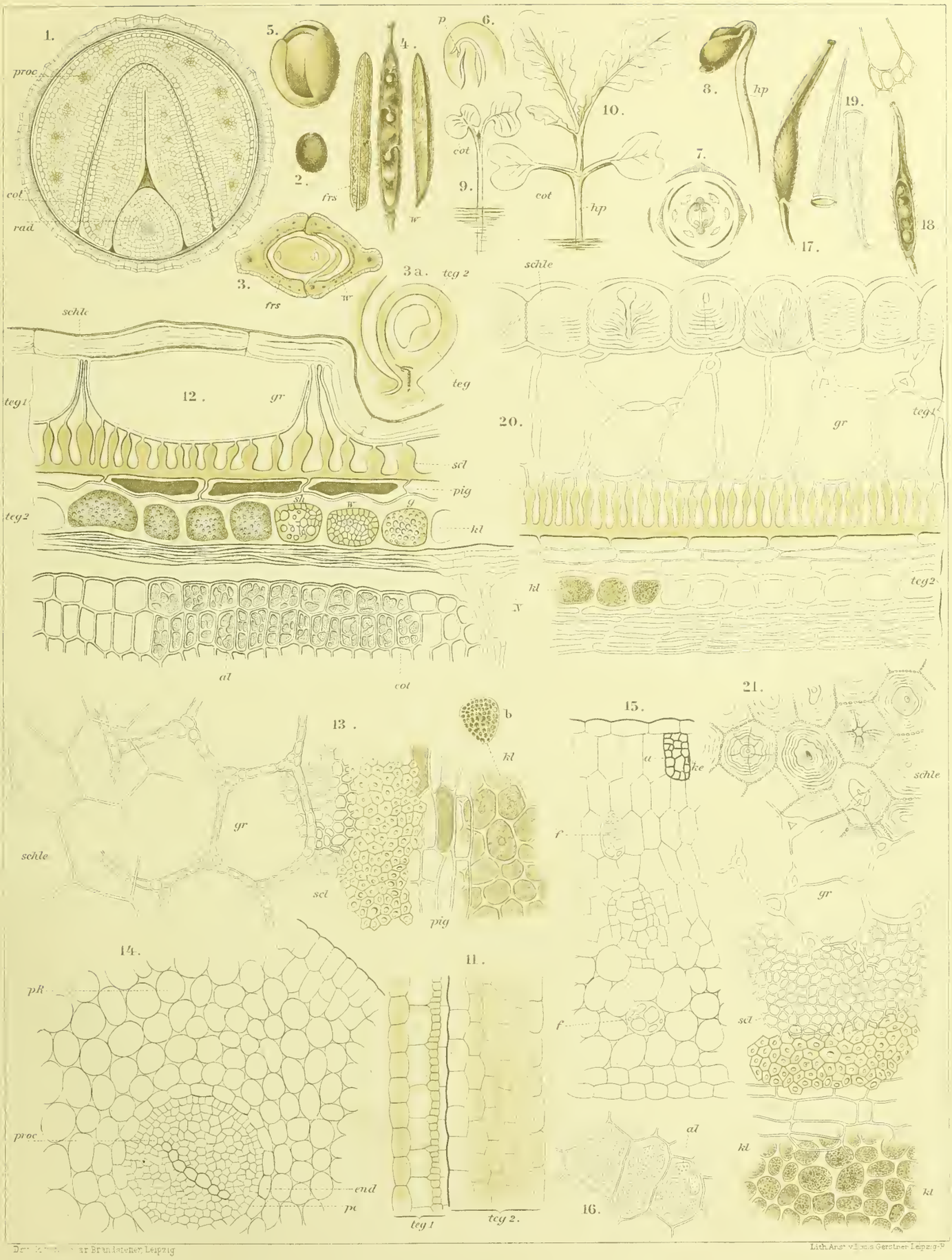
Fig. 1. Lupenbild des Samenquerschnittes.
„ 2. Same von aufsen, Lupenbild.
„ 3. Querschnitt durch die Frucht. *frs* Fruchtschale, *w* Scheidewand.
„ 3a. Samenknospe an der Anheftungsstelle.
„ 4. Frucht nach dem Aufspringen.
„ 5. Samenkern, herauspräpariert.
„ 6. Samenkern, die Plumula zeigend.
„ 7. Diagramm der Blüte.
„ 8—10. Keimungsstadien.
„ 11. Die beiden Integumente der Samenknospe. *teg* 1 u. 2 nach erfolgter Befruchtung, im Querschnitt.
„ 12. Querschnitt durch die Randpartie der Samenschale.
Fig. 13. Flächenschnitt der Samenschale, die Schichten von aufsen nach innen nebeneinander.
„ 14. Querschnitt durch die Radicula.
„ 15. Querschnitt durch den Kotyledon, in der Mitte ein Procambiumstrang.
„ 16. Zellen aus dem Kotyledon mit Aleuron.

(Sem. sinapis alb.)

Fig. 17. Frucht von Sinapis alb.
„ 18. Frucht von Sinapis alb., Längsschnitt.
„ 19. Haare der Fruchtschale.
„ 20. Querschnitt durch die Randpartie des Samens.
„ 21. Flächenansicht der Samenschalenschichten.

Sem. sinapis nigr. und alb.

Taf. 5.



Lith. Anst. v. Louis Gerstner Leipzig.

Kakao.

Kakaosamen, Kakaobohnen, Cocoa.

Die Frucht des Kakaobaumes (Theobroma Cacao L.) ist eine nicht aufspringende Kapsel. Sie entsteht aus dem 1—2 mm langen, aus 5 Carpellen gebildeten Fruchtknoten der auffallend kleinen, kauliflor — am Stamm oder den Ästen — entspringenden Blüten und entwickelt sich rasch bis zu einer aufserordentlichen Gröfse (bis 2 dcm). Es ist daher nicht überraschend, dafs der Fruchtstiel zugfest wie eine Wurzel gebaut ist: er zeigt einen centralen, markfreien Holzkörper (im Centrum liegt meist eine Schleimzelle) und eine an Bastfasern reiche Rinde, deren mechanische Elemente, ähnlich wie bei den Zweigen der Tilia, in Form von Dreiecken angeordnet sind. Die Rinde der Fruchtstiele enthält nur wenige sehr kleine Schleimzellen, dagegen sind die übrigen Organe der Blüte, besonders die relativ dicken Kelchblätter sehr reich an Schleimzellen.

Der Fruchtknoten entwickelt sich nach der Befruchtung rasch zu einer gestreckten, mit 5, den Carpellrändern entsprechenden Längsfurchen (Fig. 3) versehenen Frucht, die aufsen über und über mit kleinen Trichomen (Fig. 4) besetzt ist, die auf einem mehrzelligen Stiele ein mehrzelliges Köpfchen tragen, also ganz den Trichomen der Kotyledonen, den sog. Mitscherlich'schen Körperchen gleichen; daneben finden sich auch Sternhaare, wie sie die Malvaceen haben (Fig. 4 a). Ein ganz junges Früchtchen (Fig. 3) zeigt folgenden Bau: die Randschicht ist relativ breit und läfst deutlich die fünf, den Carpellrändern entsprechenden Furchen erkennen; in der Mitte jedes Carpellblattes liegt ein kleines Bündel. In das Parenchym sind aufserordentlich zahlreiche Schleimzellen verschiedener Gröfse eingebettet. Dann folgt eine Zone zarten Gewebes mit zahlreichen kleinen Prokambiumsträngen und darauf die radialstrahlig gebauten, in fünf, an der Spitze rhombischen Zapfenleisten nach innen einspringenden, die Placenten tragenden Querscheidewände. An den rhombischen Zapfenspitzen sitzen die Ovula. Dieselben füllen die Höhlungen nicht aus und alternieren in der Weise, dafs das eine Ovulum an der Placenta rechts, das folgende tiefere an der Placenta links u. s. f. angeheftet ist. So kommt es, dafs eine Reihe übereinander liegender Samen zur Hälfte der einen, zur Hälfte der benachbarten anderen Placenta angehört. In der Spitze der Leiste verläuft ein Bündel. Die Ovula sind anatrop und besitzen zwei Integumente (Fig. 5).

Bei einem älteren ca. 4 cm langen Früchtchen (Fig. 2) ist die schon bei dem Fruchtknoten in der Mitte der Carpellblätter angedeutete Furche tiefer geworden, so dafs nunmehr 10 Längsfurchen an der Frucht herablaufen, 5 seichte sekundäre und 5 tiefere primäre. Am inneren Rande der Randschicht findet sich eine aus zahlreichen, auffallend kleinen, meist im Querschnitte rundlichen oder wenig gestreckten Zellen bestehende Zone, vor der nunmehr zahlreiche kleine Gefäfsbündel nebeneinander liegen. Das Scheidewandgewebe ist ebenso wie die Randschicht stark vergröfsert. Die Ovula sind zu jungen Samen herangereift und erfüllen nunmehr die Höhlungen ganz. Das innere Integument ist zurückgeblieben und sehr schmal, das äufsere dagegen hat sich verbreitert und führt zahlreiche kleine Bündel, das Gewebe der Integumente ist meristematisch, eine Schleimzellenschicht noch nicht differenziert. Im Embryosack ist von der Peripherie her ein zartwandiges Endosperm mit hellem Saft entstanden (Fig. 12).

Bei einer noch älteren, 8 cm langen Frucht haben nun die Samen schon einen Durchmesser von 5 mm, die Fruchtschale ist auch jetzt noch mit den Köpfchenhaaren bedeckt. Die Zahl der Schleimzellen hat sich stark vermehrt. In dem subepidermalen Fruchtschalenparenchym liegen, die Zellen vollständig erfüllend, braunrote, durch Eisenchlorid sich schwärzende Phlobaphenmassen. Die Samenschale ist nunmehr vollständig ausgebildet. Hauptsächlich ist es das äufsere Integument, aus welchem sie sich entwickelt. Die Sclereidenschicht ist bereits angedeutet, eine Kuticula deutlich, die subepidermale Schleimzellenschicht wohl entwickelt (Fig. 11). Man sieht deutlich, dafs die unter der Epidermis der Samenschale liegende Zellreihe durch Tangentialteilungen an einigen Stellen mehrreihig geworden ist, die Zellen sich stark gestreckt und vergröfsert haben und in allen Schleim gebildet worden ist. An die sehr zarte Mittellamelle legt sich beiderseits eine sehr zarte, auf Jodschwefelsäure blau reagierende Celluloseschicht an. Da und dort führen die Schleimzellen — oft vortrefflich ausgebildete — Calciumoxalatkristalle. Schichtung ist allenthalben in den Schleimzellen deutlich (Fig. 11 u. 18), besonders bei Material, das lange in Alkohol lag. Nur höchst selten jedoch bemerkt man, dafs die Schichten konzentrisch um das Lumen herumliegen. Das Lumen liegt vielmehr excentrisch und tritt erst beim Behandeln mit Jodlösung hervor. Wir haben es hier mit Schleimmembranen zu thun, deren Membranschleim zu den echten Schleimen gehört. Da und dort (bei x u. y, Fig. 11) beginnt bereits die Mittellamelle zu degenerieren und sich im Schleim aufzulösen. Der Endosperm ist sehr dünnwandig (Fig. 12, *End*) und enthält nur Eiweifssubstanzen, keine Stärke. Er ist nur als Randschicht noch ausgebildet. Die Mitte des Samens enthält einen hellen Saft. Der Embryo ist noch nicht entwickelt.

An der völlig reifen Frucht (Fig. 1) sind die zehn Längsfurchen nur noch undeutlich zu sehen. Die in fünf Längsreihen angeordneten Samen (ca. 40) haben das Scheide-

wandgewebe, das „Fruchtmus“, stark zusammengedrückt, so dafs dasselbe als ein obliteriertes lockeres Gewebe den Samen umgiebt. Da die Samen niemals in gleicher Höhe inseriert sind, sieht man auf einem Querschnitte durch die Frucht die Samenlängsschnitte in sehr verschiedener Höhe. Meist wird der fünfte Samen durch den Schnitt gar nicht getroffen (Fig. 1 links unten), der vierte nur an der Samenschale oberflächlich angeschnitten (Fig. 1 rechts) und von den drei durch den Schnitt wirklich getroffenen Samenkernen ist nur einer in der Medianebene durchschnitten (Fig. 1 unten), so dafs nur bei ihm die Radicula mit den beiderseits angehefteten Kotyledonen sichtbar wird.

Die Schleimzellen, die reichlich in der Fruchtschale verteilt sind, zeigen meist sehr deutliche Auflösungsstadien, so dafs nur noch bei wenigen die Schichtung an der Schleimmembran erkennbar ist (Fig. 17, *a*, *c*, *e*), die meisten lassen nur mehr den mit Jod tief gefärbten Plasmaschlauch erkennen und der Schleim zeigt bereits deutliche Körnelung (Fig. 17, *b*, *d*).

Das „Fruchtmus“ besteht aus hyphenartig gestreckten Zellen, zwischen denen grofse Interzellularlücken liegen (Fig. 10, *I*). Reste dieses Fruchtmuses, d. h. der Scheidewände (s. oben), welche gegen die Samen hin durch eine innere Epidermis abgegrenzt sind, sitzen den Samen der Droge stets noch auf (Fig. 9, *I*). In den Zellen des Fruchtmuses beobachtet man — natürlich niemals bei Untersuchung frischen oder Alkoholmateriales, wohl aber stets bei den Samen der Droge — grofse Mengen von kleinen Saccharomyceszellen, die dadurch hierher gelangen, dafs man die Samen in Fermenticrungskästen oder auf Haufen geschichtet einer Gärung (dem „Rotten“) unterwirft. Die hierbei sich lebhaft vermehrenden Gärungspilze trocknen, wenn die Samen nach vollendeter Fermentierung zum Trocknen ausgebreitet werden, in den dem Samen anhängenden Fruchtmusresten ein, und so kommt es denn, dafs man sie auf der Oberfläche aller gerotteten Kakaos findet (Fig. 9, *sach*). Da die Samen, indem sie sich beim Heranwachsen vergröfsern, sich fest an das Fruchtmus anpressen, ist es erklärlich, dafs namentlich die (innere) Epidermis der Fruchtwand bez. der Scheidewände denselben auch nach dem Herauslösen fest anhaftet. In der That sind mir noch niemals Samen im Handel begegnet, die auf ihrer Epidermis nicht mehr die Reste des Fruchtmuses und besonders die Epidermis desselben trügen. Fehlt das lückige, aus dünnwandigen, fadenartigen, 16—32 mik breiten, schlauchförmigen Zellen bestehende Parenchym (Fig. 10, *I*), so findet man doch die kleinzellige, aus langgestreckten, mit ihren stumpf zugespitzen Enden zwischen einander eingekeilten, 8—11 mik. breiten Zellen bestehende Fruchtmusepidermis (Fig. 10, *II*), die in Form von „Querzellen“ die Epidermis der Samenschale mehr oder weniger schräg schneiden (Fig. 10, *II*).

Oft gelingt es, das anhaftende Fruchtmus in eckigen Stücken vom Samen abzusprengen.

Die Epidermis der Samenschale (Fig. 9 und 10, *III*) besteht aus ziemlich grofsen, 30—43 mik breiten, in der Flächenansicht gestreckt-polyedrischen, relativ dickwandigen Zellen. Unter dieser Epidermis liegen grofse Schleimhöhlen (Fig. 9 und 10, *IV*), die aus den Schleimzellen (Fig. 11) in der Weise entstanden sind, dafs die letzteren sich stark vergröfsern oder die Trennungsmembranen zerreifsen oder aufquellen oder ganz sich lösen. Meist erkennt man jedoch noch die trennenden Membranen gut. Der Schleim der Schleimmembranen gehört zu den echten Schleimen (Angew. Anatomie, S. 193). Schichtung ist nur selten deutlich, das Ganze ist verquollen. Der Plasmaschlauch der Zellen ist nur beim Behandeln mit Jod als ein kleines Gebilde im Innern der Zellen zu erblicken (Fig. 9, *sch*). Auf dem Flächenschnitt sind die Trennungsmembranen der Schleimzellen kaum sichtbar, bisweilen erscheinen sie als zartes Netzwerk (Fig. 10, *IV*). Die einzelnen Gruppen der Schleimzellen sind durch Parenchymbrücken voneinander getrennt (Fig. 11 und 9).

Auf die Schleimzellenschicht folgt ein sehr lückiges, aus sternförmigen Zellen bestehendes Parenchym (Fig. 9 und 10, *V*), die von mir „Schwammschicht“ genannte Zone, in dem die zahlreichen und grofsen Gefäfsbündel liegen, welche aus sehr vielen, 5—10 mik breiten Spiralgefäfsen bestehen, die infolge Schwindens der Siebteilelemente meist ein lockeres Bündel bilden. Dann folgt die Sclereidenschicht. Die Zellen derselben sind 10—12 mik breit, 10—30 mik lang (Fig. 10, *VI*) und nur an der Innenwand und den Seitenwänden verdickt (Fig. 9, *VI* und Fig. 16) — Wanddicke 3—4 mik —, auf dem Flächenschnitt erscheinen sie polyedrisch scharfkantig. Die Schicht zeigt wie viele Schutzscheiden parenchymatische Unterbrechungsstellen („Durchbrechungsstellen des mechanischen Ringes behufs Herstellung des Saftverkehrs“). Dort sind die Zellen nicht sclerotisiert, sondern dünnwandig geblieben.

Bis hierher reicht das äufsere Integument (Fig. 12, *ia*), das im jungen Zustande nur 8 Zellen dick war, sich also stark verbreitert hat.

Das 7 Zellen dicke innere Integument (Fig. 12, *ii*) vergröfsert sich nicht, sondern behält auch im Samen seine Dicke bei, fungiert als Nährschicht (Angew. Anatomie, S. 459) und obliteriert mehr oder weniger (Fig. 9, *N*). Die innerste Zellreihe derselben, die innere Epidermis, ist zart und führt oft noch Stärke. So weit reicht die Samenschale. Dann folgt das Endosperm, welches zu einer zarten, silberglänzenden Haut („innere Samenhaut“) obliteriert ist, die den Samenkern nicht nur aufsen einhüllt, sondern auch in die Falten der Kotyledonen eindringt. Eine „Epidermis“ zeigt dieses Endosperm natürlich nur an der äufseren, rings um den Samenkern laufenden Partie, nicht in den Falten. Die Zellen derselben (Fig. 9 und 10, *VII*) sind klein und polyedrisch, 8—22 mik breit und 21 - 24 mik lang und oft mit Fett- und Fettsäurekristallen (bisweilen mit Oxalat untermischt) erfüllt. An den Falten liegt unter dieser Epidermis oft ein mehrzelliges, parenchymatisches, gleichfalls fettreiches Gewebe (Fig. 9); das übrige Endosperm ist besonders in den Falten so stark obliteriert (Fig. 9 und 10, *VIII*), dafs die Membranen der Zellen nur selten deutlich zu erkennen sind, wohl aber findet man auf der „Silberhaut“ oft die abgebrochenen Mitscherlich'sche Körperchen der Kotyledonen und der Radicula (Fig. 10, *VIII*) und bei feucht aufbewahrten Samen Pilzmycelien (und Milben).

Der Samenkern besteht aus den dickfleischigen Kotyledonen und der keuligen Radicula. Die letztere (Fig. 6, *rad*) läfst zwischen den Anheftungsstellen der beiden Kotyledonen (Fig. 6, *cot*) ein kleines Spitzchen, die Plumula, erkennen. Die Kotyledonen sind so bizarr ineinander gefaltet und zudem noch durch wiederholte Einschnürungen von aufsen und innen her fragmentiert (Fig. 7 und 8), dafs kein Querschnitt mit dem anderen übereinstimmt und der trockene Same nach Ablösung der Schale beim geringsten Druck in zahlreiche eckige Stücke zerfällt. Die Radicula liegt in einer verhältnismäfsig weiten Höhlung am breiteren Ende des Samens und ragt als kleines Spitzchen daselbst hervor (Fig. 8, *rad*).

Die Epidermis der Kotyledonen und der Radicula besteht aus polyedrischen Zellen, die zahlreiche braune, durch Eisenchlorid sich dunkler färbende, in Kali und Schwefelsäure unlösliche, die braune Farbe der Kotyledonaraufsenseite bedingende Körner und aufserdem bisweilen Kalkoxalattafeln enthalten (Fig. 9 und 10, *IX*). Einige dieser Epidermiszellen wachsen zu eigentümlichen mehrzelligen, oft köpfchentragenden Haaren (Fig. 10, *IX*, Fig. 15 *t*, Fig. 14 *t*) aus, die unter dem Namen „Mitscherlich'sche Körperchen" bekannt sind und deren Zellen ebenfalls zahlreiche solcher brauner Körnchen wie die Epidermis enthalten. Diese Haare sind an der äufseren, gegen die Schale gekehrten Seite der Kotyledonen sehr selten, in den engen Falten nicht häufig, in den weiten häufig und am zahlreichsten an der Radicula, die meist von einem ganzen Kranze solcher Haare umgeben ist (Fig. 13 b). Das Gewebe der Kotyledonen und der Radicula besteht aus einem dünnwandigen Parenchym, welches bei den Kotyledonen von Procambiumsträngen (Fig. 9, *proc*) und Gefäfsbündeln (Fig. 9, *gfb*) durchzogen wird, deren Gefäfse sehr zarte Spiralbänder zeigen und verholzt sind. Wohl ausgebildete verholzte Gefäfse sind bei Kotyledonen im allgemeinen selten zu finden. Gegen die Falten hin sind die Kotyledonarzellen in bogenförmigen Reihen angeordnet. Das Gewebe der Wurzelspitze läfst deutlich Dermatogen, Periblem und Plerom erkennen (Fig. 14). Etwas rückwärts von der Spitze sind die Spiralgefäfse bereits deutlich. Das Gefäfsbündelsystem ist bei der Radicula in Form eines sechsstrahligen Sternes angeordnet (Fig. 13 b). An der Spitze jedes Strahles liegen mehrere bereits entwickelte Spiralgefäfse (Fig. 13 bei *x*). Die Radicula besitzt ein grofses centrales Mark.

Der Inhalt der Radicular- und Kotyledonar-Zellen besteht aus festem Fett (Ester der Stearin-, Arachin-, Olein-, Palmitin- und Laurin-Säure), Stärke und Eiweifs.

Erwärmt man den Schnitt im Wasser, so schmilzt das feste, in der Droge oft in Nadeln kristallisierte Fett und tritt in Tropfen aus den Zellen hervor. Legt man die Schnitte kürzere Zeit in Alkohol, bis das Fett gelöst ist, so bleibt in den Zellen ein feines polyedrisches Netz derben Dauer-Plasmas (Fig. 19 und 20) übrig neben Stärke und einigen wenigen Aleuronkörnern. Die Stärke (Fig. 22) bildet rundliche, meist einzelne, selten zusammengesetzte, 1,5—14, meist 2—8 mik. grofse Körner, die bei den einzelnen Sorten wenig differieren. Sie sind z. B. bei Caracas 4, bei Bahia 6—8, bei Porto Cabello 9' bei St. Thomas 3—5, bei Guajaquil 3,3—5, bei Trinidad 6—11, bei Venezuela 8—14, bei Ceylon 5—7 mik. lang. Am entfetteten Schnitt gelingt die Blaufärbung mit allen Jodreagentien leicht, auch verkleistert die Stärke wie gewöhnlich.

Die Aleuronkörner finden sich in zwei Formen. Einmal solche, die mit Jod sofort tief gelb werden und ein relativ gut ausgebildetes Kristalloid enthalten (sehr selten), und dann solche, die mit Jod sich nicht färben, eine sehr derbe Haut haben und ein oder mehrere in Kali unlösliche, in Schwefelsäure lösliche Globoide führen. Niemals fand ich in ein und derselben Handelssorte beide Aleuronformen nebeneinander.

Verascht man einen Schnitt (auf der Platinschaufel), so bleiben die Globoide als rundliche, netzig gezeichnete Körner zurück, die sich zum Teil in Schwefelsäure lösen. Bei dieser Behandlung treten Gipsnadeln auf. Mehr wie ein Aleuronkorn fand ich in den einzelnen Zellen nicht. Durch langes Liegen in Kali werden diese Aleuronkörner rotviolett bis rötlichbraun.

Die Pigmentzellen (Gerbstoffzellen, Farbstoffzellen) sind regellos im Kotyledonargewebe verteilt (Fig. 15, *pig*), bisweilen zahlreicher am Rande der Kotyledonen. Sie liegen entweder einzeln oder zu mehr (3—4) -zelligen Reihen vereinigt, sind bald ebenso grofs wie die Kotyledonarzellen, bald gröfser und alsdann radial gestreckt, nur selten erreichen sie nicht die Gröfse der Kotyledonarzellen. Beim frischen Samen enthalten sie eine gelbliche Flüssigkeit, bei der Droge sind sie entweder leer oder enthalten (besonders am Rande der Kotyledonen) eine gelbe, braune oder violettbraune, homogene oder körnige, mit Kali blaugrünlich, mit Ammoniak bläulich, mit Eisenchlorid blauschwarz, mit Säuren braunrot werdende Masse. Die Reaktion mit Kali ist sehr unsicher. Alle Reaktionen variieren nach den Sorten ohne bestimmtes Gesetz. In der frischen Droge enthalten sie das Kakaoglykosid (Kakaonin). Beim Trocknen und besonders beim Rotten der Samen wird dies in Dextrose, Theobromin (und Coffein) und Kakaorot (einem Phlobaphen) gespalten. Hierbei dringen diese Spaltungsprodukte, in den Membranen der Zellen wandernd, in das ganze Kotyledonargewebe ein und das Kakaorot färbt die Membranen rot. Die Membranen werden daher bei der Droge durch Eisenchlorid dunkel. Derartige Membranfärbungen durch Phlobaphene sind bei Drogen etwas sehr häufiges. In das Innere der Fettzellen gelangen die Spaltungsprodukte nur selten. Ob das Kakaoglykosid den Kotyledonarzellen der frischen Samen gänzlich fehlt oder auch in ihnen enthalten ist, konnte ich nicht feststellen. Mittelst Salzsäure und Goldchlorid kann man bei besonders günstigem Material, d. h. wenn die Pigmentzellen noch geschlossen sind und Inhalt führen, Theobromin in ihnen nachweisen. Stets gelingt an Schnitten durch die Kotyledonen der Theobrominnachweis, wenn man die Schnitte in einen Tropfen Salzsäure legt, nach 3 Minuten einen Tropfen Goldchloridlösung (1 : 100) zusetzt und langsam abdunsten läfst. Am Rande des Tropfens erscheinen dann baumartige Kristallbildungen (Fig. 24) von Theobromin-Goldchlorid ($C_7 H_8 N_4 O_2 HCl Au Cl_3$). Legt man einige Schnitte in einen Tropfen verdünnter Salpetersäure, erwärmt schwach, setzt dann einen Tropfen Silbernitrat hinzu und (nachdem das Ganze halb eingetrocknet) einen Tropfen Wasser, so sieht man, nachdem das Präparat völlig

eingetrocknet ist, zahlreiche Kristalle von Theobromin-Silbernitrat ($NO_3H[C_7H_8N_4O_2]NO_3Ag$) über das ganze Gesichtsfeld verteilt und in den Pigmentzellen eingeschlossen. Die Kristalle sind anfangs gelb und haben die Form von Briefcouverts (Fig. 25), mit der Zeit werden sie braun. Auch Zucker ist in den Kotyledonarzellen leicht nachzuweisen. Benetzt man das Präparat mit einem Tropfen Ammoniak und fügt nach einigen Minuten einen Tropfen konzentrierter Silbernitratlösung hinzu, so entsteht eine tief rotbraune Fällung; lässt man dann eintrocknen, so findet man bisweilen lange, spiessige Nadeln im Präparat ($[C_7H_7AgN_4O_2]_2 + 3H_2O$?).

Der frische Same ist im Innern kaum gefärbt, nur aussen erscheint er durch die oben erwähnten Farbstoffkörper bräunlich. Die violette bis braune Farbe des gerotteten Samens rührt vom Kakaorot her, welches vornehmlich in den Membranen seinen Sitz hat und natürlich besonders reichlich in den und um die Pigmentzellen herum sich findet.

Die Pigmentzellen sind für die Diagnose der Sorten unverwendbar.

Läfst man zu einem in Wasser liegenden Schnitte durch den Kotyledon konzentrierte Schwefelsäure fliefsen, so tritt das Fett in Tropfenform aus den Zellen. Bleibt dann der Schnitt einige Stunden in der Schwefelsäure liegen, so erstarrt jeder Fetttropfen zu einem Haufwerk farbloser gekrümmter Fäden, zwischen denen nur selten Kristalle bemerkbar werden.

Das Pulver.

Das Kakaopulver gehört zu den anatomisch am schlechtesten charakterisierten Pulvern. Da die guten Kakaosorten aus den ohne die Schalen vermahlenen Samenkernen bestehen, besteht ihr Pulver nur aus den Fragmenten dieser, d. h. aus Fett, Stärke und Aleuron führenden, 20—40 mik grofsen Parenchymzellen, sowie den Pigmentzellen. Die Mitscherlich'schen Körper und die Endospermreste treten quantitativ sehr stark in den Hintergrund. Dagegen sind die Farbstoffkörner der Epidermis (Fig. 10, *IX*) deutlich und zahlreich. Man greift daher, um die Identität festzustellen, zu dem mikrochemischen Nachweis des Theobromins, der Stärke, des Aleurons (langes Liegen in Kali), des Kakaorots, des Fettes (siehe oben) und stellt durch Messung der Stärkekörner und der Gefäfsfragmente die Gröfse bez. Weite derselben fest. Durch Einlegen des Pulvers in Kali entsteht ein bald in Braun übergehender blaugrüner Hof um jedes gröfsere Partikelchen, durch Einlegen in Schwefelsäure ein rotbrauner. Fremde Beimengungen sind leicht zu ermitteln. Beigemengte Schalen machen sich teils durch die eigentümlichen Epidermisbilder (Fig. 10, *II. III*), teils durch die Sclereiden (Fig. 10, *VI*), sowie reichlicheres Vorkommen von Gefäfsbündelelementen bemerkbar. Spuren von Schalen findet man aber selbst in den besten Kakaosorten. Ich bedienc mich, um sie aufzusuchen, der bei Diatomeen viel benutzten Schlämmmethode; die Schalenfragmente bleiben, da relativ schwer, im ersten Schlämmcylinder zurück. Man thut gut, stets einen Teil des Pulvers mit Äther-Alkohol zu entfetten, um klarere Bilder zu erhalten.

Als Verfälschung kommen besonders fremde Stärkesorten in Betracht, die leicht mit Hilfe des Mikroskopes erkannt und dann gemessen werden können.

Die Chokoladen enthalten den Kakao stets aufserordentlich fein zerrieben, so dafs man nur selten selbst in einem entfetteten und verkleisterten Präparate gröfsere Gewebsreste oder intakte Zellen findet; dagegen findet man in der Chokolade meist noch neben Zucker Stärke (Reis, Maranta, Weizen, Roggen, Kartoffel u. a.) und Gewürze (Zimmt, Vanille, Nelken, Muskatnufs, Cardamomen u. a.). Die letzteren sind (vergl. die betreffenden Tafeln) leicht mikroskopisch zu diagnostizieren.

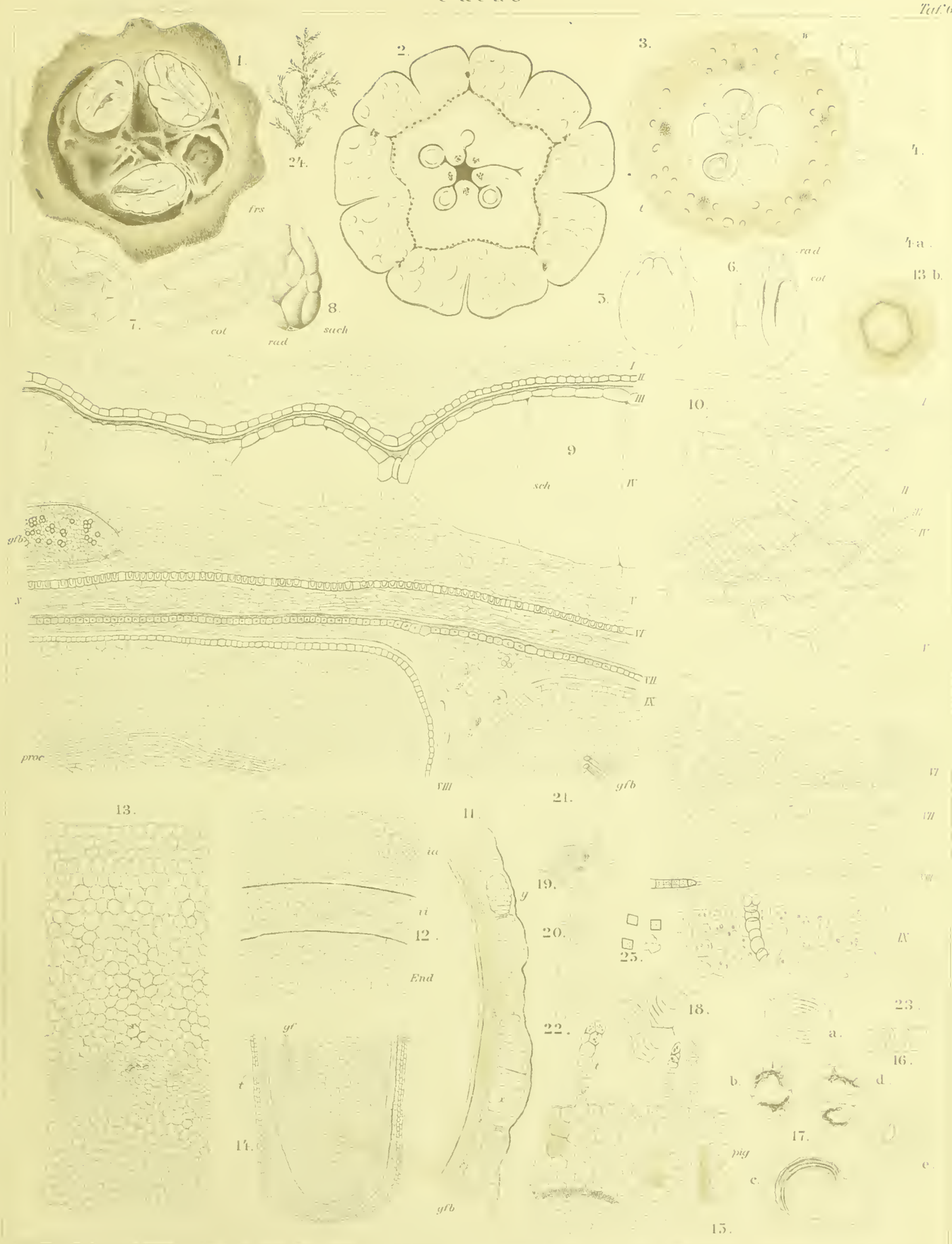
In den medizinisch-diätetischen Chokoladen findet man Isländisch Moos, Salep, Gerstenmalz, Leguminosenmehl, Chinarinde u. s. w. Auch bez. dieser sind die betreffenden Tafeln zu vergleichen.

Taf. 6.

Erklärung der Abbildungen.

(Kakao.)

Fig. 1. Querschnitt durch die reife Frucht von Theobroma Cacao (stark verkleinert).
„ 2. Querschnitt durch eine junge Frucht (vergröfsert).
„ 3. Querschnitt durch ein ganz junges Früchtchen (stark vergröfsert).
„ 4. Haare von der Aufsenseite desselben.
„ 5. Ovulum.
„ 6. Same im medianen Längsschnitt.
„ 7. Samen im Querschnitt.
„ 8. Same von aufsen.
„ 9. Querschnitt durch die Randpartie des Samens.
„ 10. Flächenansichten der Samenschalschichten von aufsen nach innen, *I* und *II* Fruchtfleisch, *VII—IX* Endosperm und Kotyledonarepidermis.
„ 11. Querschnitt durch die Samenschale eines unreifen, aber entwickelten Samens, schematisch.
Fig. 12. Querschnitt durch die Randschicht eines sehr jungen, unentwickelten Samens.
„ 13. Querschnitt durch die Radicula (Segment).
„ 13 b. Querschnitt durch die Radicula, Lupenbild.
„ 14. Spitze der Radicula im medianen Längsschnitt.
„ 15. Randpartie der Kotyledonen im Querschnitt.
„ 16. Sclereidenschicht der Samenschale im Querschnitt.
„ 17 (a—e) u. 18. Schleimzellen.
„ 19. Entfettete Kotyledonarzelle.
„ 20. Plasmanetz derselben.
„ 21. Aleuronkörner.
„ 22. Stärkekörner.
„ 23. Farbstoffkörner der Epidermis des Kotyledon.
„ 24. Theobromin-Goldchlorid.
„ 25. Theobromin-Silbernitrat.


1.
frs
24.
2.
3.
4.
4 a.
13 b.
5.
6.
rad
cot
7.
cot
rad
8.
sach
9
sch
10.
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
gfb
proc
21.
13.
11.
ia
ii
12.
End
19.
20.
25.
22.
18.
23.
a.
16.
b.
d.
17.
pig
c.
e.
14.
gf
t
gfb
15.

Fol. sennae.

Sennesblätter, Feuilles de Séné, Senna leaves.

Die Blätter zweier Arten der Gattung Cassia kommen jetzt als Sennesblätter in den Handel: aus Nubien die Blätter von Cassia acutifolia Delile (C. lenitiva Bisch.) — Fol. Sennae Alexandrinae —, aus Tinnevelly im südlichen Vorder-Indien die Blätter von Cassia angustifolia Vahl (C. medicinalis Bisch.) — Fol. Sennae Tinnevelly. Der Alexandriner Sorte sind Blättchen von Cassia obovata Colladon und Solenostemma Arghel Heyne (Arghel) in mehr oder weniger grofser Menge beigemischt.

Am meisten benutzt werden jetzt die Tinnevellyblätter, und diese seien denn auch der Beschreibung zu Grunde gelegt.

Die Blätter von Cassia angustifolia sind paarig gefiedert, mit 3—9 Blättchenpaaren. Die Blattspindel ist oben und unten furchig, die Blättchen sitzen ihr mit kurzen Stielchen an und werden an der Basis von je 2 sehr zarten Nebenblättchen behüllt. Sie lösen sich sehr leicht von der Blattspindel ab und besteht die Droge denn auch ausschliefslich aus den abgelösten Blättchen.

Die Blättchen von C. angustifol. (Fig. 8) sind lineallanzettlich, 2,5—5 cm lang, am Grunde schwach ungleichhälftig, nur wenig beharrt.

Durch bogenförmige Anastomosen der Rand-Nerven-Endigungen wird eine nervenfreie schmale Randpartie von dem übrigen, von zahlreichen Nervenanastomosen durchzogenen Blattgewebe abgetrennt.

Das Lupenbild zeigt, dass das Blatt eine sehr gleichförmige Dicke besitzt, selbst die Nerven treten sehr wenig und nur auf der Unterseite hervor. Nur der Mittelnerv ist auf der Unterseite etwas stärker herausmodelliert. Die Seitennerven, besonders die höherer Ordnung, liegen ganz in Mesophyll eingebettet. Die Dicke des Blattes beträgt meist 350—370 mik., jüngere Blätter sind dünner, 220 mik., ältere dicker, bis 470 mik. und mehr. Besonders auf den jüngeren Blättern sind mit der Lupe feine starre Härchen wahrzunehmen.

Ein Querschnitt durch ein Blatt der Tinnevelly Senna zeigt den typischen Bau centrisch gebauter Blätter (Angew. Anatomie S. 319): Ober- und Unterseite sind nicht different ausgebildet, an beiden Seiten ist Palissadengewebe entwickelt (Fig. 1). Die Blätter sind an der Pflanze auch nicht flach ausgebreitet, sondern infolge einer Drehung des Stieles mit ihrer Fläche senkrecht gestellt, ein Fall, der bei Pflanzen trockener Klimate sehr häufig beobachtet wird (Akazien Australiens, Melaleuca Leucadendron, Eucalyptus) und der den Zweck hat, die Insolationswirkung der Sonne und damit die Transpiration herabzumindern.

Die Epidermis der Ober- und Unterseite ist gleich gestaltet (Fig. 1, 2 und 3). Die Zellen sind relativ hoch, von der Fläche betrachtet vier- bis vieleckig, $\frac{30—40}{60—70}$ mik. weit, mit geraden (nicht welligen) Wänden. Über dem Hauptnerven ist die Epidermis der Blattunterseite kleinzelliger (Fig. 1). Oftmals sind die Epidermiszellen durch parallel der Organoberfläche verlaufende Wände scheinbar in zwei übereinander liegende Zellen geteilt, von denen die obere (äufsere) die kleinere zu sein pflegt. Die innere enthält Schleim, die äufsere den Plasmaschlauch. Thatsächlich handelt es sich hier aber nicht um 2 Zellen, sondern um eine, welche Zelle zuerst eine breite, bei Betrachtung unter Alkohol deutlich geschichtete Schleimmembran gebildet hat, der nach dem Zelllumen hin eine tertiäre Cellulosehaut aufgelagert ist (Fig. 1 und 4, *schle*). Es liegt also auch hier wie bei den Buccublättern kein Schleimhypoderm, sondern eine Schleimepidermis vor. Die Schleimzellen der Epidermis pflegen gegen die Palissadenschicht etwas vorgewölbt zu sein (Fig. 4). Zahlreiche Spaltöffnungen liegen auf beiden Blattflächen. Sie besitzen meist 2 Nebenzellen (Fig. 2 und 3) und sind etwas eingesenkt (Fig. 4, *st*), eine Eigentümlichkeit, die für Pflanzen trockener Klimate charakteristisch sind (Angew. Anat. S. 434). Die Atemhöhlen (Fig. 4, *H*) sind klein. In die Epidermis eingesenkt sind eigentümliche starre, einzellige Haare (*t*, Fig. 2,

3, 4, 4 b). Ihr Querschnitt ist um vieles kleiner als der der benachbarten, strahlig gegen das Trichom gerichteten (4—7) Epidermiszellen, er beträgt an der Basis etwa 13—16 mik. Die Haare sind 40—250 mik. lang, meist 100—130 mik. Ihre Oberfläche ist feinwarzig, ihr Lumen nur in der basalen Partie weit. Dasselbe verengert sich gegen die Spitze etwas, oft nicht unerheblich. Die basale Partie der Wandung des Trichoms besteht aus Cellulose, die übrige Wand ist so stark, kuticularisiert, dafs selbst längeres Liegen in Schwefelsäure sie nicht löst, dagegen tritt bei dieser Behandlung an der Innenwand eine feine Längsstreifung hervor, die oftmals wellig verläuft. Über das ganze Haar verläuft die Kuticula als zartes Häutchen. Die Kuticularschicht des Haares springt zapfenförmig nach innen gegen das Mesophyll vor, auch dieser konische Zapfenbleibt in Schwefelsäure ungelöst. Die Zahl der Haare ist bei Cassia angustifol. gering.

Die ganze Oberfläche des Blattes ist mit einer Schicht sehr kleiner Wachskörnchen und Stäbchen bedeckt (Fig. 1und 2, *W*).

Das Assimilationsgewebe besteht aus einem beiderseitigen Palissadenparenchym (Fig. 1, *p*), dessen sehr dünnwandige, mit zahlreichen Chlorophyllkörnern erfüllte, im Querschnitt rundliche (Fig. 2, *p*) Zellen oftmals eine aufserordentliche Länge erreichen. Sie sind auf der einen, der morphologischen Unter-Seite etwas kürzer als auf der Oberseite der Blätter. Das Palissadengewebe der Blattunterseite ist reicher durchlüftet als das der Oberseite (Gürtelkanäle, Fig. 1). Einzelne Palissadenzellen beider Seiten besitzen einen anderen Inhalt, der beim Einlegen in Chloralhydrat und Hinzufügen von Glycerin als ein netzig-maschiges Netz zurückbleibt (Fig. 4, *C*). Das central gelegene Merenchym (Fig. 1 u. 2, *mer*) ist relativ reich durchlüftet. In seinen Zellen findet sich gleichfalls Chlorophyll und da und dort eine Kalkoxalatdruse mit sehr spitzen Kristallen; auch Einzelkristalle oder Zwillinge finden sich häufig, besonders in den Zellen, die unmittelbar an das Palissadengewebe grenzen und in der Gefäfsbündelscheide, dort meist die Bastzellen begleitend.

Die Blattnerven führen kollaterale Gefäfsbündel und unterseits Collenchym. Die Gefäfsbündel (besonders der Hauptnerven) besitzen Bastbelege, vorwiegend auf der collenchymfreien, der Blattoberseite entsprechenden Seite, auf der anderen meist nur weniggliedrige Bastzellgruppen oder Bastsicheln. Zahlreiche bastzellfreie Bündelanastomosen durchziehen das Merenchym. Die Gefäfsbündel selbst, besonders die der Hauptnerven, sind strahlig gebaut. Den gegen die Oberseite konvergierenden, aus Netz- und Spiralgefäfsen bestehenden Gefäfsteilstrahlen liegen gegen die Blattunterseite zu Siebgruppen gegenüber (Fig. 1).

In den Epidermis- und subepidermalen Zellen am Nerven und am Blattrand, sowie auch im Siebteil findet man oft braune Farbstoffklumpen. Der Siebteil wird durch Kali purpurrot.

Die Blättchen von Cassia acutifolia (Alexandriner Senna) sind eilanzettlich, ungleichseitig, stachelspitzig (Fig. 9), stark behaart. Ihr Bau gleicht dem der Blättchen von Cassia angustifolia, nur findet man sehr viel mehr Haare auf der Epidermis (Fig. 5).

Die Blättchen von Cassia obovata sind umgekehrt eiförmig, sehr deutlich stachelspitzig, fast kahl (Fig. 10).

Die Arghelblätter von Solenostemma Arghel sind gleichseitig, lanzettlich, zugespitzt, lederartig steif, runzelig und infolge dichter Behaarung grau.

Ihr Bau weicht stark von dem der Senna ab. Die Epidermiszellen besitzen eine aufserordentlich dicke, sehr stark quellende Schleimmembran an ihrer Aufsenseite (Fig. 6, *epo* und *epu*), die deutliche Schichtung zeigt, wenn der Schnitt in Alkohol beobachtet wird. Auch diese Schleimmembran ist eine Anpassung an trockenes Klima. Die Kuticula ist zart. Die mit blasig erweiterter Basis der Epidermis eingesetzten Haare sind mehrzellig (Fig. 6, *t*) — Unterschied von Senna — und besitzen eine feinwarzige Kuticula. Sie werden an ihrer Basis von einem Kranze strahlig angeordneter Epidermiszellen umgeben (Fig. 7). Von ihrer Ansatzstelle verlaufen radialstrahlig zahlreiche grobe Kuticularfalten, auch sonst ist die Kuticula gefaltet (Fig. 7). Die Stomata (Fig. 6, *st*) mit 2 bis 5 Nebenzellen sind nur wenig eingesenkt. Palissadengewebe findet sich sowohl an der Oberseite wie an der Unterseite. Die Zellen desselben sind sehr unregelmäfsig gestaltet (Fig. 6, *p*). Das ganze Gewebe ist reichlich durchlüftet. Sowohl im centralen Merenchym wie in den Palissadenschichten finden sich zahlreiche, als Sphärokristalle von fast genau runder Gestalt ausgebildete Kalkoxalatkristalle und eingestreut in das Grundgewebe viele rundliche oder gestreckte, einzeln oder zu Gruppen vereinigte verkorkte Sekretzellen, die mit einem gelben Exkret erfüllt sind (Fig. 6, *scb*). Die Bündel der Nerven sind bikollateral und führen keine Bastfasern (Unterschied von Senna).

Unter dem Namen Folliculi sennae sind die Früchte der Sennaarten in Gebrauch; freilich nur noch wenig und wohl nur als Volksmittel. Da es aber vorgekommen ist, dafs ihr Pulver als Verfälschungsmittel des Sennesblätterpulvers benutzt wurde, seien die Früchte von Cassia angustifolia kurz beschrieben.

Die Hülsen der Cassia angustifol. sind häutig, flachgedrückt, rundlich sichelförmig, gegen die Bauchnaht gekrümmt, durch den Griffelrest schief und kurz geschnäbelt, an den Samen etwas bauchig aufgetrieben. Die Nervatur geht vom Rande zur Mitte (Fig. 20). Im Querschnitt sieht man daher die von Brachy-Sclereiden und Kristallkammerfasern (mit Oxalat-Einzelkristallen) begleiteten Nervenbündel im Längsschnitt, im radialen Längsschnitt (Fig. 17, *gfb*) im Querschnitt. Auf eine sehr dickwandige Epidermis (Fig. 16 u. 17, *Ep*) folgt ein weites Parenchym (Fig. 16—18, *Par*) und eine aus mehreren Reihen bestehende Schicht sclerotischer Fasern (Librosclereiden),

deren Zellen im radialen Längsschnitt und Querschnitt durch die Fruchtwand viereckig oder gestreckt erscheinen (Fig. 16 und 17, *scl*). Der Bau dieser Schicht erhellt aus dem tangentialen Längsschnitt. Es sind (Fig. 19) mehrere Schichten langer, dickwandiger Zellen, die in den einzelnen Schichten in verschiedenen, sich schief kreuzenden Richtungen streichen. Die innerste Schicht der Fruchtschale ist ein stark obliteriertes Parenchym (Fig. 17, *obl*). Die Epidermis zeigt — von der Fläche betrachtet — gestreckte Zellen (Fig. 18, *Ep*). Hier und da sieht man vereinzelte Spaltöffnungen und Haaransatzstellen (Fig. 18).

Die Samen sind breit-verkehrt-herzförmig, fast keilförmig, zusammengedrückt, runzelig-warzig, an dem verschmälerten, schnabelförmigen Ende mit auf beiden Seiten deutlich sichtbarem Nabelstreifen. Dort liegt das kurze, keulige Würzelchen (Fig. 11, 13, 14, 15), dem die beiden dünnen, blattartigen, verkehrt-herzförmigen Kotyledonen ansitzen (Fig. 15). Dieselben liegen einander flach auf, sind von je 3 wenig gegabelten Nerven durchzogen und zeigen an den einander aufliegenden Seiten unter der Epidermis 2 Reihen langer Palissaden, an den abgekehrten Seiten 2—3 Reihen kürzerer Palissadenzellen. Der Keimling ist eingebettet in ein dickes Schleimendosperm (Fig. 13, *End* und Fig. 21, *VIII*). Dasselbe besteht aus Zellen mit dicken Schleimmembranen und meist exzentrischem Lumen. Die primäre Membran (Fig. 25 u. 26, *J*) ist deutlich, ebenso die tertiäre, das Lumen umgebende Membranschicht (Fig. 25 u. 26, *tert*). Die sekundären Membranschichten zeigen an einigen Stellen (besonders dann, wenn man zu dem in Wasser liegenden Präparate Glycerin setzt) Schichtung (Fig. 21, *VIII*, Fig. 25 u. 26), die Hauptmasse derselben erscheint aber meist als durchsichtiger Schleim. Die Intercellularsubstanz (primäre Membran) und die tertiäre Membran geben die Cellulosereaktion, letztere sehr schwach (Celluloseschleim), die sekundäre Membran besteht aus echtem Schleim. Im Lumen der Zellen liegen 1—3 Aleuronkörner. Die Samenschale wird bedeckt von einer den Falten der Schale (Fig. 11) entsprechend wellig verlaufenden Sclereidenepidermis.

Die stabförmigen, im Querschnitt polyedrischen (Fig. 24, *II*) Sclereiden besitzen eine ungleich verdickte Cellulosewand und werden von einer sehr eigentümlichen Aufsenschicht bedeckt (Fig. 21, *I*). Diese Aufsenschicht ist differenziert in die zarte Kuticula, eine helle äufsere, in H_2SO_4 unlösliche, und eine gegliederte innere Schicht (Fig. 27 a). Die letztere besteht aus vorgewölbten, aus Cellulose bestehenden breiten Zapfen und einem zwischen diesen liegenden, im mit H_2SO_4 behandelten Querschnitt zapfenförmig vorspringenden (Fig. 27 b), auf der Flächenansicht netzig erscheinenden, in H_2SO_4 unlöslichen Balkengerüst (Fig. 27 c, Fig. 22). So kommt es, dass die die Sclereiden (Fig. 21, *II*) bedeckende Aufsenschicht im Querschnitt innen gestreift erscheint (Fig. 21, *I*), im Flächenschnitt von innen betrachtet — bald wie Fig. 23, bald wie Fig. 22 sich darstellt. Die ganze Schicht löst sich leicht von der Sclereidenschicht ab (Fig. 21).

Unter der Sclereidenschicht liegt eine T-Zellenschicht (Fig. 21, *III*), deren Seitenwände stärker als Aufsen- und Innenwand verdickt sind (Fig. 21 u. 24, *III*), dann folgt ein in den Samen-Faltenbergen mächtig entwickeltes, in den Faltenfurchen dünnes Parenchym (Fig. 21 u. 24, *IV*), und zu innerst liegt wieder eine T-Zellenschicht (Fig. 21 u. 24, *V*). Dann folgt die Nährschicht (Fig. 21, *VI*).

Das Pulver.

Bei gröberem Pulver lassen sich leicht so grofse Gewebefetzen herauslesen, um an ihnen die beschriebene Struktur erkennen zu können. Besonders gröfsere Stücke der Epidermis mit den Haarbasen treten sofort hervor, ebenso die langen Palissaden, ganze Haare und Haarfragmente. Bei dem feinen Pulver, das vornehmlich in den Apotheken gehalten wird, ist das ganze Gewebe stark zertrümmert, besonders die Palissaden, wie überhaupt alle dünnwandigen Elemente sind stark mitgenommen.

Deutlich treten die Haare hervor, die an ihrer warzigen Oberfläche, selbst an kleinen Fragmenten noch aufs beste erkannt werden können, auch kleine Stücke der Epidermis (natürlich in der Flächenansicht) sind meist aufzufinden, schwieriger schon Bastzellgruppen mit anliegenden Kristallschläuchen oder Einzelkristallen. Die Drusen sind zertrümmert. Die Elemente des Gefäfsbündels, die ebenfalls überall verstreut liegen, bieten nichts für Senna Charakteristisches.

Das grüngelbliche Pulver wird mit Kali rotbraun. In allen Pulvern der Alexandriner Senna wird man ebenso wie in der Droge einzelne Arghelblätter und Cassiasamen finden. Die Beimengung der ersteren erkennt man auch im Pulver sehr deutlich an den mehrzelligen Haaren des Arghelblattes. Die Elemente der Samen sind ebenfalls leicht zu finden (Fig. 24).

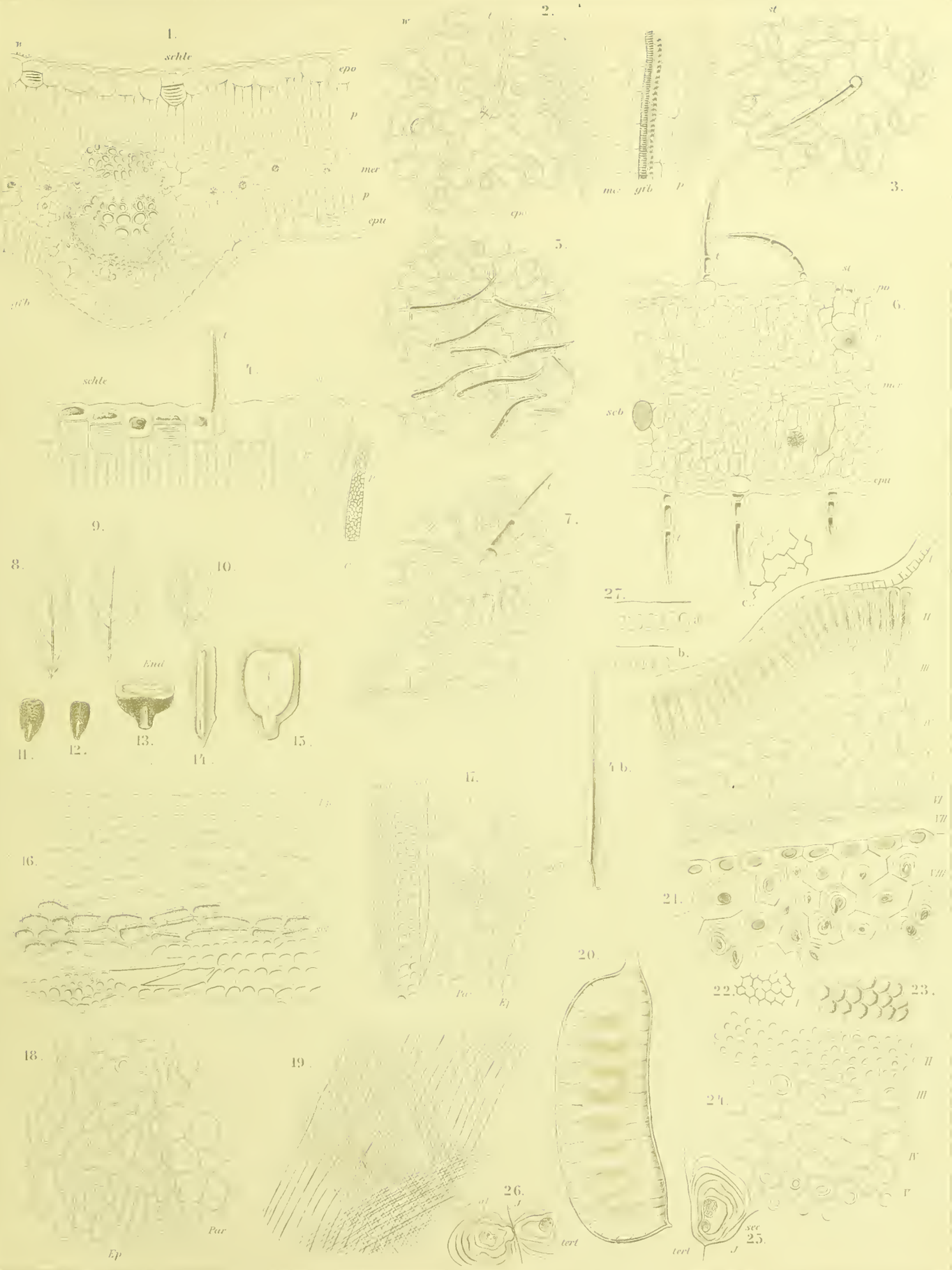
In mit dem Pulver der Folliculi verfälschtem Sennapulver findet man die Elemente der Fruchtschale (besonders die Sclereidenzone, Fig. 19) und der Samenschale (Fig. 24). Ein solches Pulver ist sehr schleimreich.

Tafel 7.

Erklärung der Abbildungen.

(Senna.)

Fig. 1. Querschnitt durch den Mittelnerven des Blattes von Cassia angustifol.
„ 2. Flächenschnitte durch das Blatt mit einem Seitennerven.
„ 3. Flächenansicht der Epidermis der Unterseite.
„ 4. Epidermis der Blattoberseite im Querschnitt.
„ 4b. Ein Haar (2—4b von Cassia angustifolia).
„ 5. Epidermis der Blattoberseite von Cassia acutifolia.
„ 6. Querschnitt durch ein Blatt von Solenostemma Arghel.
„ 7. Flächenansicht der Epidermis der Oberseite des Arghelblattes.
„ 8. Blatt von Cassia angustifolia.
„ 9. Blatt von Cassia acutifolia.
„ 10. Blatt von Cassia obovata.
„ 11. Same von Cassia angustifolia.
„ 12. Same von Cassia acutifolia.
„ 13. Same von Cassia angustifolia, quer durchschnitten.
„ 14. Derselbe, radialer Längsschnitt.
Fig. 15. Same von Cassia angustifolia, tangential median durchschnitten.
„ 16. Querschnitt durch die Fruchtschale von Cassia angustifolia.
„ 17. Fruchtschale, radialer Längsschnitt.
„ 18. Flächenschnitt, Oberseite.
„ 19. Flächenschnitt, Hartschicht.
„ 20. Frucht von Cassia angustifolia, den Verlauf der Nerven zeigend.
„ 21. Querschnitt durch die Randschicht des Samens von Cassia angustifol.
„ 22 u. 23. Flächenansichten der Aufsenschicht (*I*) von innen.
„ 24. Flächenansichten der Schichten *II—V.*
„ 25 u. 26. Schleimzellen aus dem Schleimendosperm in Wasser.
„ 27a. Aufsenschicht (*I*) in Wasser (Querschnitt).
„ 27b u. c. Dieselbe nach Behandlung mit Schwefelsäure.


1.
schle
epo
p
mer
p
epu
gfb
2.
epo
3.
st
mer
gfb
p
4.
schle
5.
6.
st
po
mer
scb
epu
7.
8.
9.
10.
End
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
Par
Ep
18.
Par
Ep
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
sec
tert
26.
tert
27.
a
b.
c.
4 b.
II
III
IV
V
VI
VII
VIII

Rad. et Stolones liquiritiae.

Rad. glycyrrhizae, Lakrizwurzel, Süssholz, Racine de Réglise, Liquorice Root.

Das spanische Süfsholz besteht fast nur aus den (knospentragenden) Ausläufern, das geschälte russische vornehmlich aus den Wurzeln von Glycyrrhiza glabra L.

Das Lupenbild der Ausläufer (und Wurzeln) von Glycyrrhiza glabra, der offizinellen Rad. liquiritiae (Fig. 1), zeigt (am aufgeweichten Querschnitt) ein sehr schmales graues Mark und einen ganz regelmäfsig radial-strahligen, orangegelben Holzkörper, der besonders an der Peripherie zahlreiche weite Gefäfsöffnungen erkennen läfst und von einer grauen Kambiumlinie nach aufsen begrenzt wird. Die lichtgrau-gelbliche Rinde ist von Radialstrahlen (*rst*, Fig. 1) durchzogen, die nach aufsen spitz endigen und das Phloëm darstellen, zwischen dem die grauen Rindenstrahlen liegen.

An der Droge sind oftmals Knospen zu finden, wenn es (wie es gewöhnlich der Fall zu sein pflegt) Ausläufer sind, die vorliegen.

Beim russischen Süfsholz pflegt die Rinde in radialer Richtung zerrissen zu sein.

Das centrale primäre Bündel der Wurzel ist radialdiarch, triarch oder tetrarch; meist ist es triarch (Fig. 2) oder tetrarch und die drei bez. vier weniggliederigen Gefäfsstreifen bilden alsdann einen drei- bez. vierstrahligen Stern. Sehr frühzeitig wird das Bündel kollateral. Schon in ganz zarten Wurzeln findet man zwischen den Strahlen dieses Sternes grofse sekundäre Gefäfsgruppen und vor diesen, den Siebteil bescheidend, reichgliederige Bastzellgruppen. (Angew. Anatomie S. 282.)

Gleichfalls sehr frühzeitig tritt unter der verkorkten Endodermis im Perikambium lebhafte Korkbildung ein, die zur Entstehung eines inneren Korkmantels von nicht selten 4 Reihen Korkzellen führt. Durch diese innere Korkbildung wird die primäre, die Reste der Wurzelhaare tragende Rinde aus dem Saftverkehr ausgeschieden, ihre Zellen werden braun, das Gewebe stirbt ab und wird sehr frühzeitig ganz oder teilweise abgeworfen. (Angew. Anatomie Fig. 315) Schliefslich liegt die vielzellige innere Korkendodermis ganz aufsen.

Bei der ganz jungen Wurzel liegt im Centrum des Ganzen ein Gefäfs, von ihm aus strahlen die primären Gefäfsplatten aus. Bei weiterer Entwicklung treten in dem centralen, dieses Gefäfs umgebenden Holzparenchym Teilungen ein, die zur Bildung eines allerdings niemals erhebliche Mächtigkeit erreichenden Markes führen. Bei einer 3—4 mm dicken Wurzel bestand das centrale Markparenchym nur aus 5 Zellreihen, bei einer Wurzel von 8—10 mm Dicke allerdings schon aus ca. 50 — irgendwie erheblich ist es aber auch hier nicht und dadurch unterscheiden sich hier wie anderwärts die Wurzelorgane von den Stammorganen, denn bei letzteren ist schon in den jüngsten Entwicklungsstadien ein relativ mächtiges Mark vorhanden.

Bei einer 3—4 mm dicken Wurzel erkennt man die primären Gefäfsgruppen noch vortrefflich, da von ihnen aus breite primäre Markstrahlen ausstrahlen. Das sekundäre Holz besitzt schon in diesem Stadium radial-strahlige Anordnung. Zwischen den 3—4 primären Gefäfsgruppen liegen ziemlich im Centrum 3—4 Bündel und diese strahlen nach aufsen fächerförmig aus. Die Zahl der Fächerstrahlen betrug hier 3—5, sie werden von sekundären Markstrahlen getrennt.

Bei einer 8—10 mm dicken Wurzel sieht man die primären Gefäfsgruppen und die vier breiten primären Markstrahlen immer noch deutlich, wennschon etwas verschoben; die zwischen letzteren liegenden sekundären Holzpartien zeigen jetzt schon 10—13 Fächerstrahlen. Die primäre Rinde ist nur noch in kleinen Fetzen vorhanden. In späteren Stadien wird der Bau des Protoxylems (Angew. Anatomie S. 328) undeutlich.

Die Ausläufer sind wie typische Stengelorgane gebaut. In einem 3 mm dicken Ausläufer findet man einen weiten, undeutlich fünfeckigen Kreis von 22 kollateralen Gefäfsbündeln, die ein weites Mark umschliefsen und durch Mark- bez. Rindenstrahlen voneinander getrennt sind. Durch die Thätigkeit von interfascikularem Kambium wird die Zahl der einzelnen, den Gefäfsbündelkreis bildenden Gefäfsbündel derartig vermehrt, dafs in einem 15 mm dicken Ausläufer sich schon 45 durch, bis ans Mark reichende, primäre Markstrahlen voneinander getrennte Bündel finden, die nach aufsen zu wieder in zahlreiche, durch sekundäre Markstrahlen getrennte Holzstrahlen

auslaufen, so dafs am Kambium die Zahl der durch sekundäre und primäre Markstrahlen getrennten Bündel oft 90—100 beträgt. Die primären Holzgruppen liegen hier stets an dem inneren Ende des betreffenden Holzstrahles, nie (wie bei der Wurzel) zwischen den sekundären Holzbündeln. Doch kann dies als Unterschied zwischen Wurzel und Ausläufer nicht wohl angesehen werden, da nachträgliche Verschiebungen bei beiden das klare Bild trüben. Ausläufer von dieser Dicke und diesem Bau bilden das Gros der Droge, in der sich nur selten echte Wurzeln vorfinden: die Pflanze bildet eben mehr Ausläufer als Wurzeln.

Bemerkenswert erscheint es, dass auch in den Ausläufern innerer Kork gebildet wird. Dort, wo diese Bildung bei der Wurzel eintritt, in der das Bündel unmittelbar umgebenden Partie, da tritt sie auch hier ein. Da diese innere Korkbildung auch hier sehr frühzeitig, wenn auch nicht so frühzeitig wie bei der Wurzel, beginnt und mir ganz junge Ausläufer nicht zur Verfügung standen, konnte ich nicht feststellen, ob die Korkbildung in der den Bündelkreis umgebenden Stärkescheide ihren Anfang nimmt. Jedenfalls liegt an der Stelle, wo die Stärkescheide zu suchen wäre, schon bei einem 2 mm starken Ausläufer ein mehrzelliger, rings umlaufender Korkmantel, und die ausserhalb dieses Mantels sich findende primäre Rinde ist braun und abgestorben. Später wird dieselbe ganz abgeworfen, doch sind selbst in der Droge noch oftmals Reste derselben aufzufinden. Merkwürdig erscheint es, dass die Epidermiszellen der primären Rinde der Ausläufer wurzelhaarartig ausgestülpt sind. Wurzelhaare an Stengelorganen sind selten. Sehr schön ausgebildet sind sie an den unterirdischen stärkeführenden Knollen einiger Equisetumarten.

Der Bau der älteren Ausläufer, wie sie in der Droge vorherrschen, ist folgender: Zu äusserst liegen die abgestorbenen Reste der primären Rinde — fehlen meist ganz —, dann folgt der Kork, 10 bis 25 Zelllagen dick, der sich von innen her aus dem bildungsthätig bleibenden Phellogen in dem Mafse erneuert, wie er aufsen abstirbt. Er ist oft durch, aus dünnwandigen, zarten Zellen bestehende Trennungsschichten unterbrochen (Fig. 8, *ktr*) und in diesen reisst alsdann der Kork (in Lappen) ab, so dafs man oft Korkschuppen auf der Oberfläche findet. Nach innen bildet das Phellogen eine oder zwei Reihen parenchymatisches Phelloderm (Fig. 8, *pd*). In der unter dem Kork liegenden Rindenpartie finden sich Zellen mit Oxalatkristallen, welch letztere von einer Haut umgeben sind, ferner Bastzellen und sehr zerstreute obliterierte Protophloëmbündel (Angewandte Anatomie S. 328).

Die sekundäre Rinde (Innenrinde) ist in radialer Richtung von am Kambium meist 3—8 Zellen breiten, sich nach aussen verbreiternden, im radialen Längsschnitt mauerförmigen (*rst* in Fig. 5), im tangentialen Längsschnitt länglich elliptischen Rindenstrahlen typischer Form, deren Zellen Stärke und fettes Öl enthalten, durchzogen. Zwischen diesen liegt der sekundäre Siebteil. Die ziemlich starkwandigen Siebröhren, deren Siebplatten im Herbst mit Callus verschlossen werden, und die Kambiformzellen sind nur unmittelbar an der, übrigens wenig deutlichen, Kambiumzone normal entwickelt (Fig. 5, *s*), und funktionierend, schon in der unmittelbar daran grenzenden Zone sind sie obliteriert (Fig. 5 rechts), d. h. durch den Turgor der benachbarten Zellen, besonders des Phloëmparenchyms (Fig. 3 und 5, *php*), zusammengedrückt. Die Streifen und Bänder dieser obliterierten Siebelemente (Hornprosenchym, Keratenchym, Angew. Anatomie S. 346) durchziehen in oft sehr zierlichen Figuren das Quer- und Längsschnittsbild des Siebteils und sehen auf den ersten Blick wie Wandverdickungen aus, doch erkennt man noch deutlich das spaltenförmige Lumen der Zellen (*s* in Fig. 3). Begleitet werden Siebröhren und Kambiform von Phloëmparenchym, welches reichlich Stärke, ferner (durch Schwefelsäure und Osmiumsäure nachweisbares) fettes Öl in geringer Menge und Kalkoxalat in charakteristischen, monosymmetrischen Kristallen (Einzelkristalle und Zwillinge) führt. Letztere sind besonders in der Umgebung der zahlreichen, den Siebteil (besonders reichlich im mittleren Teile der Rinde) durchsetzenden Bastzellgruppen in sogenannten Kammerfasern (Fig. 5, *km*) enthalten.

Die Kristalle liegen in sehr eigentümlichen Zellen (Fig. 6 a und b), deren Membran sehr stark (bis dicht an den Kristall) und meist auch unregelmäfsig verdickt ist. Häufig ist die Verdickung gegen das Bastzellbündel hin stärker als auf der anderen Seite, und nicht selten fehlt sie dort, wo der Kristall an die eine Wand heranrückt, ganz. Die innerste Partie der Wand, die sogenannte tertiäre Membran, besitzt ein anderes Lichtbrechungsvermögen als die sekundäre Wandverdickung, und so sieht es auf den ersten Blick aus, als ob der Kristall in einer Tasche stecke (Fig. 6 b). Die Wandverdickungen quellen mit Kali stark, geben schwache Ligninreaktion und werden mit Jodschwefelsäure blauviolett. Ihre Substanz bildet also ein eigentümliches Zwischenglied zwischen der Cellulose und dem Celluloseschleim. Diese Verdickungsschichten schützen in unangeschnittenen Zellen den Kristall lange gegen die Einwirkung der Salzsäure. In ganz jungen Ausläufern fanden sich die Kristallkammerfasern noch nicht vollständig gekammert, wohl aber war die eigenartige Verdickungsschicht schon ausgebildet. Kristalle fanden sich nur in den Kammerungen. Die Kristalle entstehen also später als die Verdickungsschichten.

Die Bastzellen sind sehr lang, mit langen, spitzen Enden versehen (Fig. 9), stets stark verdickt. Sie lassen eine auf Phloroglucin-Salzsäure stark reagierende primäre Membran (Intercellularsubstanz), eine schmale, nur verhältnismäfsig wenig auf Phloroglucin reagierende sekundäre Verdickungsschicht und eine breite, wenig lichtbrechende tertiäre Schicht (um das Lumen) erkennen (Fig. 3 b), die gar nicht oder fast gar nicht

auf Phloroglucin reagiert. Der Hauptmasse nach besteht die Wand der Fasern also aus reiner Cellulose.

Der Holzkörper besteht aus namentlich an der Peripherie sehr zahlreichen und sehr weiten Gefäfsen, im allgemeinen differiert die Weite der Gefäfse sehr erheblich. Die weitesten zeigen etwa 170 mik. lichte Weite, die kleinsten 25 mik., die meisten 100—130 mik. Die Wandung zeigt, je nach der Weite der Gefäfse, verschiedene Skulpturierung. Die engsten besitzen kurze, spaltenförmige Tüpfel, die mittleren meist sehr eng aneinander liegende leiter- und netzartige Verdickungen der Membran, die weitesten schief reihenförmig angeordnete, rhombisch-spaltenförmige Tüpfel (Fig. 4, *gf*). Die Perforationsstellen der Querwände sind gut wahrzunehmen, die Gefäfswand ist daher deutlich gegliedert. Die Tüpfelung der Wandung tritt auch im Querschnittsbilde deutlich hervor (Fig. 3). Thyllen sind bei den Gefäfsen selten.

Begleitet werden die Gefäfse von stärke- und ölführendem Holzparenchym. An die Gefäfse lehnen sich meist ein oder mehrere engere und gestrecktere, in der Wand zudem auch verholzte Elemente an, die man als Tracheiden ansprechen kann, obwohl sie nicht immer spitzendig sind (Fig. 4, *tr*). Oftmals umgeben sie die Gefäfse ringsum oder an einer Seite (Tracheidensaum. Angew. Anatomie S. 339). Ihre Wand ist bald behöft getüpfelt, bald netzfaserig (Netzfasertracheiden), bald eigentümlich unregelmäfsig leistenförmig verdickt (Fig. 7 u. Fig. 4, *tr*). Auch im Holzkörper finden sich zahlreiche Bastzellgruppen (*l* Fig. 3 b, Fig. 4), die man aber konsequenterweise als „Libriform" bezeichnen mufs, obgleich sie in nichts von denen der Rinde abweichen; auch diese begleiten kristallführende Zellen, bez. Kristallkammerfasern. Die im Querschnitt oft stark radial gestreckten dünnwandigen Zellen der Markstrahlen führen, wie die der Rindenstrahlen, Stärke und (wenig) Öl.

In allen parenchymatischen Elementen der Wurzel ist Glycyrrhizin enthalten. Setzt man daher konzentrierte Schwefelsäure hinzu, so färbt sich das ganze Gewebe strohgelb. Die Membranen der Gefäfse und die Bastzellen speichern, erstere in ihrer ganzen Membran, letztere in den äufseren Schichten den gelben Farbstoff aufs begierigste auf, bevor sie sich in der Schwefelsäure lösen — eine für Glycyrrhiza sehr charakteristische Reaktion.

Die Stärkekörnchen sind klein, rundlich, spindelförmig, rundlich-eckig, ei- oder stäbchenförmig, meist einzeln, selten zu zweien zusammengesetzt. Gekrümmte Formen sah ich selten, wohl aber bauchig aufgetriebene (Fig. 10). Die Mehrzahl der Körnchen ist 1,5—7 mik. grofs, die gröfseren messen 8—20 mik., selten bis 30 mik.

Das Pulver.

Das lichtgelbe Pulvis subtilissimus wird, wie die Droge selbst, durch konzentrierte Schwefelsäure dunkel stroh- bis orangegelb. In wässeriger Jodlösung betrachtet, erkennt man sofort zwischen den Zellfragmenten und den (durch Schwefelsäure in Gipsnadeln überführbaren) Kalkoxalatkristallsplittern die kleinen Stärkekörner. Ebenso sind die Fragmente der getüpfelten und netzig verdickten Gefäfswandungen, sowie solche der Bastzellen und Bastzellgruppen überall zu finden, so dafs man sehr leicht die Identität feststellen kann. Ob Glycyrrhiza glabra, spanisches Süfsholz — wie es z. B. die Pharm. germ. verlangt — zur Herstellung des Pulvers verwendet wurde, kann man durch das Vorkommen von Korkzellen nachweisen, die im russischen Süfsholz von G. glabra β glandulifera fehlen, da dasselbe stets geschält, also von dem Kork befreit, in den Handel gebracht zu werden pflegt.

Das russische Süfsholz.

Das von Glycyrrhiza glabra β glandulifera stammende, besonders im Wolgadelta ausgepflügte russische Süfsholz besteht fast ausschliefslich aus den starken Wurzeln (und wenigen Ausläufern) und ist stets geschält.

Der Bau dieser Wurzeln stimmt mit dem der älteren Ausläufer fast ganz überein. Auch hier ist ein Markkörper vorhanden. Der Durchmesser der Gefäfslumina ist im Durchschnitt geringer als bei den Ausläufern.

Da der Kork und ein Teil der Mittelrinde abgeschält wird, fehlen im Pulver die Korkreste vollständig.

Tafel 8.

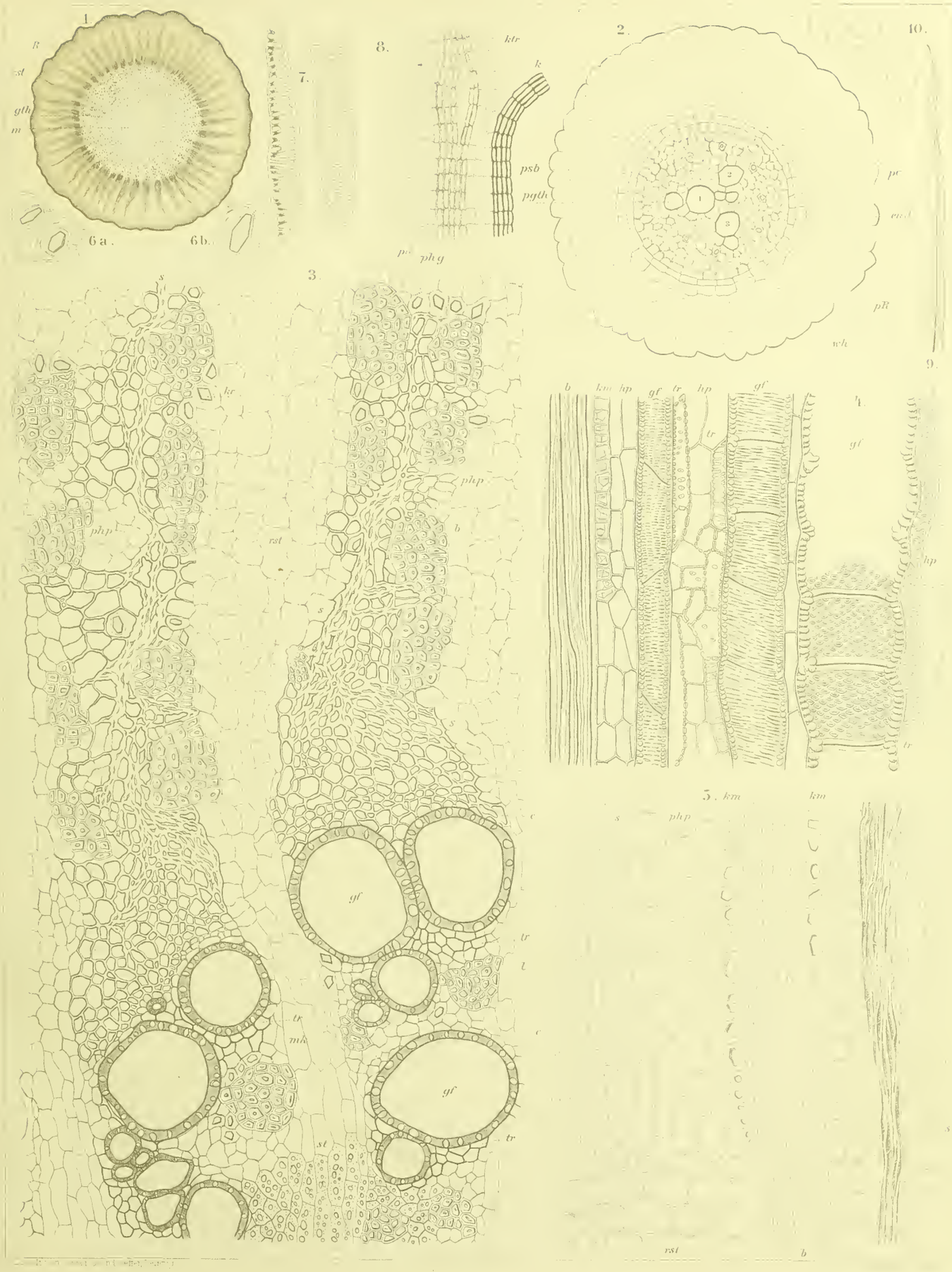
Erklärung der Abbildungen.

(Rad. liquiritiae.)

Fig. 1. Lupenbild eines Ausläufers von Glycyrrhiza glabra.
„ 2. Querschnitt durch eine zarte Wurzel, die noch den primären Bau zeigt.
„ 3. Querschnitt durch einen Ausläufer am Kambium.
„ 4. Längsschnitt durch den Gefäfsteil.
„ 5. Längsschnitt durch den Siebteil am Kambium.
„ 6 a u. b. Kristallzellen im Längsschnitt.
„ 7. Leistentracheiden aus dem Tracheidensaume der Gefäfse im Längsschnitt.
„ 8. Periderm im Längsschnitt.
„ 9. Ende einer Bastfaser.
„ 10. Stärkekörner.

Liquiritia

Taf. 8.



Cort. chinae.

Chinarinde, Ecorce de Quinquina, Cinchona bark.

Betrachten wir zunächst die Entwicklungsgeschichte der beiden wichtigsten Chinarinden, die der Cinchona Succirubra Pav. und der Cinchona Calisaya Wed.

Ein Zweiglein von 1,2 mm Dicke zeigt folgenden Bau. Zu äufserst liegt eine niedrigzellige Epidermis mit zahlreichen ein- oder mehrzelligen Haaren, die eine kegelförmige Spitze und warzige Kuticula besitzen (Fig. 2, *t*). Dann folgt eine Reihe grofser, gerbstoffreicher Zellen mit dicken Aufsenwänden, welche Zellen sehr frühzeitig durch Auftreten von Tangentialscheidewänden in eine grofse äufsere und eine kleinere innere Zelle geteilt werden. Die letztere wird zur Phellogenzelle und bildet den Kork.

Dann folgt nach innen zu das Parenchym der primären Rinde: rundliche Zellen mit wenig Stärke und etwas Chlorophyll. Zu innerst von dieser Schicht läuft rings um den Stengel die stärkereiche Parenchymscheide, und unmittelbar innerhalb derselben liegt ein Kreis von schon jetzt relativ weiten Milchröhren. Dann folgt der von grofszelligen Rindenstrahlen radial durchzogene, gruppenweise angeordnete Siebteil und endlich das Kambium. Der zu dieser Zeit noch schmale, von 1—2 reihigen Markstrahlen durchzogene Holzkörper besteht vorwiegend aus Spiraltracheen und einigen Tracheïden, zu äufserst liegen einige Libriformfasern mit Spaltentüpfeln und solche mit behöften Tüpfeln mit linksschiefem Spalt (Übergangsform zwischen Libriform und Tracheïde). Innerhalb der primären Gefäfse (Markscheide) liegt ein zarter innerer Siebteil. Das Bündel ist also bikollateral. In dem Siebteil bemerkt man neben wenigen Siebröhren einen Kreis zarter Milchröhren. Das Mark besteht aus relativ dickwandigen im Querschnitt kreisrunden, an allen Wänden prächtig netzleistenförmig verdickten Parenchymzellen.

Die Rinde eines 3 mm dicken Zweiges ist bedeckt von einer kleinzelligen, die Haare tragenden Epidermis, die oftmals schon obliteriert ist (Fig. 2, *Ép*). In der subepidermalen Partie war schon bei dem 3 mm dicken Zweige durch lebhafte Tangentialteilungen reichlich Kork entstanden (Fig. 2, *k*).

Die Mittelrinde (primäre Rinde) besteht aus rundlich-tonnenförmigen Zellen, die tangential gestreckt und oft collenchymatisch verdickt sind. Hier und da treten oft zu Längsreihen miteinander verbundene Kristallschläuche auf, die dicht erfüllt sind mit einem Mehl kleiner, etwa 1 mik. grofser Kalkoxalatkriställchen (Fig. 2, *kr*). An der Grenze von der primären und sekundären Rinde liegt ein einfacher oder doppelter Kreis, 50—80 mik. weiter, ovaler, sehr langer Gummiharzschläuche oder Milchsaftkanäle (Milchsaftgefäfse [Weddel, Vogl], Saftfasern [Karsten], Milchsaftzellen [Phoebus, Schleiden], Saftröhren [Berg], Gerbstoffschläuche [Koch]) Fig. 2, *Mi*. Dieselben enthalten, aufser einem zarten Plasmabeleg, ein in verdünntem Alkohol lösliches Gummiharz in Form eines Milchsaftes. Daneben findet sich reichlich Gerbstoff und bisweilen Stärke; der wichtigste Bestandteil scheint der Gerbstoff zu sein. Die Körnchen, die man in ihnen findet, sind auch in Chloroform nicht löslich. Wenn man einen Chinabaum anschneidet, so fliefst ein etwas trüber, übrigens wenig milchiger Saft aus. Diese Milchschläuche sind so lang als ein Internodium. Sie endigen mit stumpfen Enden am Knoten, finden sich aber auch im Blattstiel und den stärkeren Blattnerven. Ihre Wand ist in diesem Entwicklungsstadium nur wenig dicker als die der benachbarten Rindenparenchymzellen. Meist sind sie etwas tangential gestreckt und durch einige Rindenzellen voneinander getrennt. Innerhalb dieses Milchkanalkreises liegen engzellige Siebbündel (Siebröhren und Kambiform). Die äufsersten gehören den primären Bündeln an, sind also Rindenprotophloëm (Fig 2, *psb*), die inneren (Fig. 2, *sb*) sind bereits sekundärer Zuwachs. Dann folgt das Reihenkambium. Bastzellen sind in diesem Stadium nur erst wenige, meist unmittelbar innerhalb der Milchschläuche entwickelt (Fig. 2, *B*); dieselben sind noch dünnwandig und plasmareich Im Holzkörper liegen zu innerst die in das Mark einspringenden primären Holzbündel (Markkrone, Protohadrom [Fig. 2, *pgth*]), die vornehmlich aus Ring- und Spiralgefäfsen bestehen. Das innerste Gefäfs ist ein Ringgefäfs, dann folgt ein Gefäfs mit weiter Spirale und dann solche mit immer enger gewundenen Spiralen. Der sekundäre Zuwachs des Holzkörpers, der eigentliche Holzkörper, besteht aus relativ weiten Gefäfsen mit getüpfelter Wand und stark geneigten, mit rundem Loch perforierten Querwänden, Libriformfasern, Tracheolibriform (s. oben) und Holzparenchym. Zahlreiche ein- und mehrreihige, primäre und sekundäre, in der Mitte zwei Zellen breite Markstrahlen durchziehen den Holzkörper, dringen aber (als Rindenstrahlen) nur wenig in die Rinde ein. Auch das aus rundlichen, parenchymatischen Zellen bestehende Mark führt, wennschon spärlicher, Milchsaftschläuche und Kristallzellen.

Unmittelbar an die Markscheide, die primären Gefäfse (Fig. 2, *pgth*), schliefst sich ein zarter innerer Siebteil [*sb*] an, in dem einige wenige Siebröhren und Kambiform und ebenfalls Milchröhren zu finden sind.

Bei einem 6 mm dicken Zweige sind da und dort Lenticellen zu beobachten, aber auch hier noch sind Bastfasern selten. Der Milchröhrenkreis der inneren Siebteile tritt jedoch nunmehr sehr deutlich hervor. Der Bau älterer Rinden ist bei allen Chinarinden, die jetzt in Betracht kommen, nahezu derselbe, besonders Succirubra und Calisaya stimmen fast ganz miteinander überein. Er sei daher generell geschildert. Eine

genaue Unterscheidung der Chinarinden nach anatomischen Merkmalen ist unmöglich.

Jüngere Rinden (Zweigrinden, z. B. Loxa) sind mit normalem, dünnwandigem Kork bedeckt, dessen Zellen meist einen Phlobaphenklumpen enthalten oder luftführend sind. Im ersteren Falle erscheint die Rinde graubraun, im letzteren weifslich. Auch Stammrinden zeigen meist eine erhebliche Korkbildung (Succirubra), oft tritt hierzu noch Borke. Bei den älteren Ästen und dem Stamm der Calisaya z. B. finden sich bogenförmig nach innen gewölbte Peridermstreifen, die flach schalenförmige Rindenpartien abschnüren. Entfernt man daher an diesen Stellen die Borke, so bleiben flache Vertiefungen (die Conchas der Calisaya sine epidermide) übrig. Diese sekundäre Kork- resp. Borkenbildung kann bis in die Innenrinde fortschreiten. So finden sich bei vielen Stammrinden nicht nur Milchröhren, sondern auch Bastzellen und Phloëm unter den aus dem Saftverkehr ausgeschiedenen Rindenelementen. Alte geschälte Rinden bestehen fast nur aus der sekundären Rinde (unbedeckte Königschina), die Borke selbst besteht aus abwechselnden Lagen Kork und Mittelrinde und erscheint demgemäfs geschichtet oder gezont (Angew. Anatomie, Fig. 314). Bei Succirubra finden sich im Kork oft sog. Trennungsschichten, in denen der Kork leicht reifst (Fig. 1, *ktr*). In der That löst sich denn auch bei Succirubra oft der Kork blätterig ab. Da besonders die inneren Korkschichten oft sehr reich an Phlobaphenen sind, so erscheint diese Partie nicht selten auf den Querschnitt glänzend harzig (äufserer Harzring der Autoren).

Die Mittelrinde (primäre Rinde) ist bei mittelstarken Rinden meist in lebhaftester Teilung begriffen. Nicht selten findet man in einer der stets stark tangential gestreckten, meist noch Stärke führenden Rindenparenchymzellen 3—4 radial gestellte Teilungswände (Fig. 1 bei *x*). Einzelne sich nicht weiter teilende Zellen führen Kristallsand von Calciumoxalat. Bisweilen ist die äufserste, an den Kork stofsende Schicht collenchymatisch (Loxa, vergl. Angew. Anatomie, Fig. 446). In dieser Rindenschicht treten bisweilen (Huanucochina, Calisaya, Schuhkraft. — Cinchona scrobiculata, ovata, purpurea, lancifolia) eigentümliche, verdickte Zellen auf, die man wegen ihrer Gestalt als Sclereiden, auch als Stabzellen (Berg, Vogl), Faserzellen (Schleiden) bezeichnet und von den Bastzellen streng geschieden hat. Ihre Wand ist verschieden stark verdickt, geschichtet, verholzt. Sie liegen entweder einzeln oder in Gruppen bei einander und besitzen eine sehr entschiedene Tendenz zur Tangentialstreckung. Sie enthalten entweder keinen Inhalt oder Kristallmehl oder einen in Kali löslichen Phlobaphenklumpen (Saftzellen [Berg], Harzzellen [Schleiden], Kristallzellen [Schleiden]). Auch ihre Enden sind sehr verschieden, bald gerade abgestutzt, bald abgerundet, bald zugespitzt. Die kleinsten rundlichen oder wenig gestreckten (Quadrat-, Rund-, Stabzellen Schleiden's) gleichen ganz den Sclereiden, die längsten und zugespitzten den typischen Bastfasern (Fig. 6, *a—e*). Da alle linksschief gestellte Spaltentüpfel besitzen, so mufs man sie zu den Bastzellen stellen. Da sie aber in ihrer Form doch etwas von diesen abweichen und ein Mittelding zwischen Sclereiden und Bastzellen darstellen, nenne ich sie Librosclereiden. Ihre Form, die Abstutzung ihrer Enden, die Tendenz zur Tangentialstreckung, dies alles deutet darauf, dafs sie infolge der (ja auch in der lebhaften Teilung des Rindenparenchyms zum Ausdrucke kommenden) starken Tangentialspannung in dieser Rindenschicht sich zu normalen längsgestreckten Bastfasern nicht ausbilden konnten, also gewissermafsen auf einer Zwischenstufe stehen blieben.

In Succirubra fanden sie sich nie, in Calisaya sehr selten, bei Huanuco oft.

An der inneren Grenze der Mittelrinde liegen die Milchsaftschläuche (s. oben) nunmehr nicht dicht gedrängt wie bei junger Rinde, sondern in einem lockeren Kreise. Sie enthalten bei älteren Rinden fast niemals Gummiharz und Gerbstoff, sondern sind leer, ihr Inhalt ist verbraucht. Sie sind bei Succirubra in der Regel sehr deutlich, bei Calisaya oft obliteriert, hier auch kleiner.

Ihre Weite beträgt bei

Ostind. Succirubra .	100—355 mik.	(oft mit blofsem Auge sichtbar)
Loxa	80—176 „	
Maracaibo . . .	67— 73 „	
Guajaquil	53— 67 „	
Java Calisaya . .	47—134 „	
Amerik. Rubra . .	45— 67 „	
Huanuco	67—135 „	

Einmal durch Borkebildung abgeworfen, werden sie nicht erneuert, sie fehlen also den alten Stammrinden und den Reneweds. Sind sie obliteriert, so findet man sie nur im Längsschnitt (Fig. 5 links). Ihre Wand bleibt entweder dünn (Calisaya) oder verdickt sich etwas (Succirubra), alsdann erscheint sie geschichtet und von sehr zarten Porenkanälen durchzogen (Fig. 1, *Mi*). Die innerste Schicht besteht aus einer Korklamelle, der übrige Teil der Wand quillt in Schwefelsäure stark, löst sich aber nicht darin.

Innerhalb der Milchsaftschläuche sieht man die sehr zerstreuten zarten Protophloëmbündel von einer oder mehreren kleinen Bastfasern begleitet (Fig. 1, *psb*). Dann folgt die sekundäre (Innen-)Rinde.

Dieselbe ist von ziemlich breiten, nach aufsen dilatierten primären und zarteren, 1—2 Zellen breiten sekundären Rindenstrahlen durchzogen. In den Rindenstrahlen kommt in oft auch durch ihre Gröfse ausgezeichneten, meist basal oder apical gelegenen Zellen Kristallsand vor (Fig. 4, *kr*). In den inneren Teilen der Rinde sind die Rindenstrahlenzellen radial, in den äufseren tangential gestreckt. Sie führen bisweilen Stärke; zwischen den Rindenstrahlen finden sich neben dem, bisweilen kleine (1,5—21 mik. lange) Stärkekörner führenden Rindenparenchym lange Siebröhren mit meist schräg gestellten Siebplatten und sehr zarten, aber deutlich hervortretenden Wandleisten (Fig. 4, *s*).

Ferner liegen im Siebteile die charakteristischen Bastfasern. Dieselben bilden das diagnostisch wichtigste Element der Rinde und bedingen auch den kurz- und grobfaserigen Bruch der Chinarinden. Sie gehören zu den kürzesten Bastzellen, die bei Pflanzen bekannt sind. Ihre Länge überschreitet 2 mm wohl niemals.

Typisch beträgt ihre Länge und Breite (in mik.):

	Breite		Länge		
	Radiale im Durchschnitt	Tangentiale im Durchschnitt	Max.	Min.	Durchschnitt
Ostindische Succirubra . . .	60	45	880	496	640
Amerikanische Rubra . . .	52	46	880	400	720
Mossed red	56	42	1152	496	720
Renewed red	64	47	1072	352	720
Java Calisaya	60	57	816	372	296
Calisaya sine epiderm. . . .	84	59	992	544	784
Huanuco	73	57	1152	688	880
Loxa, äufserer Teil der Rinde	41	35	—	—	—
„ innerer Teil der Rinde	62	43	912	528	720
Guajaquil	59	47	1040	432	752
Mossed brown	52	41	880	432	720
Maracaibo	132	73	1328	560	896

Sie sind meist spindelförmig, stark und gleichmäfsig verdickt, die Membran deutlich geschichtet (Fig. 1, 4, 6, 7, 8) und mit linksschiefen, oft fast der Längsachse gleichgerichteten Tüpfeln versehen. Auch die Micellen der Wand zeigen spiralige Anordnung; demnach ist die Faser auf der Oberfläche oft spiralig gestreift (deutlich besonders nach Quetschung). Ihre Enden sind entweder spitz (Succirubra Fig. 9) oder meifselartig zugeschärft oder abgestutzt oder mit kurzen Hörnchen versehen (Calisaya Fig. 8). Auch knorrige Formen finden sich. Im Querschnitt sind sie abgerundet vieleckig oder rundlich (Fig. 1), meist etwas im Sinne des Radius der Rinde gestreckt. (Siehe die Tabelle.) In der Mitte ist der Querdurchmesser natürlich breiter als an den Enden. Die Wandung ist von feinen Porenkanälen durchzogen, das Lumen meist auf einen Längskanal reduziert, selten (gegen das Kambium zu) weiter, bisweilen führen sie Inhalt (Phlobaphen). Besonders reich an Bastzellen sind die später gebildeten Teile der sekundären Rinde, demnach finden sie sich in alten Stammrinden mehr als in Zweigrinden, bei den Reneweds sind sie nur in den inneren Teilen zu finden (Fig. 3). Ihre Wand ist entweder gerade oder zeigt die Eindrücke des benachbarten Rindenstrahlparenchyms (Fig. 4).

Auf dünnen Querschnitten fallen schon bei Betrachtung mit bloſsem Auge die Bastzellen durch ihren lichten Seidenglanz auf. Doch ist es nicht möglich, aus ihrer Verteilung auf die Abstammung der Rinde einen sicheren Schluſs zu ziehen.

Der Inhalt der Zellen der Chinarinden ist mannigfaltig. In dem Kork und in den Bastzellen bez. Librosclereiden findet man oft einen braunen Phlobaphenklumpen. Alle Parenchymzellen und die Milchschläuche enthalten in der frischen Rinde Chinagerbsäure. Dieselbe oxydiert sich aber sehr leicht zu ihrem Phlobaphen, dem Chinarot (Chinaphlobaphen). Da beim Absterben die Gerbstofflösung in die Membran eindringt, so erscheinen bei der Droge die Membranen rotbraun gefärbt. Alle diese Membranen werden durch Eisenchlorid tiefbraun gefärbt. Stärke ist besonders in der Mittelrinde (und in jungen Rinden) reichlich vorhanden, die Körner sind klein, rundlich, bisweilen zusammengesetzt. Kalkoxalat findet sich nur als Kristallsand in besonderen, oft zu Reihen vereinigten Zellen in der Mittelrinde und den Rindenstrahlen, seltener in Librosclereiden. Die Chinaalkaloide haben ihren Sitz im Rindenparenchym. Da auch die Alkaloidlösung beim Absterben der Zelle in die Membran eindringt, so sitzen die Alkaloide bei der Droge ebenfalls in der Membran. Der Holzkörper, selbst die Maserknollen der Reneweds, sind ebenso wie Kork und Bastzellen alkaloidfrei. Nur in einem Falle — bei einer an (feuchter) Luft getrockneten Ledgeriana (Lembang) mit sehr hohem Alkaloidgehalt — sah ich Alkaloidsalze in Nadelbüscheln in den Zellen auskristallisiert, der Regel nach sind sie ohne weiteres nicht sichtbar, dagegen kann man sie sich sehr leicht sichtbar machen, indem man dünne Rindenschnitte einen Moment mit verdünntem Kali erwärmt und dann rasch mit Wasser nachwäscht. Alsdann erscheint das ganze Gewebe reichlich mit kleinen büschelförmigen Kristallaggregaten übersät.

Da die Alkaloide im Rindenparenchym vorkommen, so müssen alle Rinden, die parenchymreich und bastfaserarm sind, auch alkaloidreich sein. Dies stimmt mit der Erfahrung: die aufserordentlich parenchymreichen Reneweds sind die alkaloidreichsten, die parenchymreichen Rinden der Wurzeln folgen dann, dann die Rinden junger Stämme und am alkaloidärmsten sind die bastfaserreichsten Rinden älterer Stämme. Damit soll aber nicht gesagt sein, dafs nicht auch noch eine ganze Reihe anderer Momente (Art, Kulturmethode, Klima, Pfropfung etc.) den Alkaloidgehalt im besonderen beeinflussen.

Von den Cinchonenrinden weicht die Cuprea von Remijia pedunculata stark ab. Sie besitzt zwar auch Milchschläuche in der Mittelrinde (Angew. Anatomie, Fig. 310), aber niemals echte Bastfasern, sondern ausschliefslich Librosclereiden in sehr charakteristischer Anordnung (Fig. 10, *l B*). Die Enden derselben sind meist abgestutzt oder gerade. Die Tüpfel spaltenförmig linksschief (Fig. 11). In den äufseren Teilen sind sie meist — entsprechend der tangentialen Rindendehnung — tangential gestreckt. Neben Kristallsand finden sich auch wohlausgebildete Kristalle (Fig. 10, *Kr*). Alle dünnwandigen Membranen sind durch Cuprearot (Cuprea-phlobaphen) kupferrot gefärbt.

Javanische und ostindische Succirubra.

Die vorliegenden Stücke sind meist 2—3 mm dick und entstammen mitteldicken Ästen. Der mit braunen Inhaltsstoffen erfüllte Kork ist ziemlich dick. Die Mittelrinde ist nur wenig schmäler als die Innenrinde und ausgezeichnet durch so enorm grofse Gummiharzschläuche, dafs man dieselben schon mit bloſsem Auge wahrnimmt. Dieselben enthalten auch in der Droge noch sehr häufig Sekret. Dasselbe ist eine gelbliche Masse und verhält sich gegen Reagentien wie ein Gemenge aus viel Harz und wenig Gummi. Kristallzellen sind häufig, die Bastzellen typisch. Die Rindenstrahlen erscheinen aufsen wenig dilatiert.

Im Holzkörper der Succirubra prävaliert dickwandiges, reich getüpfeltes Holzparenchym. Die Gefäfse sind behöft getüpfelt. Die wenig schräg gestellten Querscheidewände mittelst runder Öffnungen perforiert.

Untersucht wurden ferner: Java Succirubra (Handelsmuster 1891), ostindische Succirubra (Madras), Java-Lembang (3 Muster, selbst gesammelt), Java Wurzelrinde (selbst gesammelt), Ceylon, stem chips (selbst gesammelt), Darjeelings (Handelsmuster), Himalaya (Handels-

muster), Java Zweigrinde, Ceylon (Druggist quills), Ceylon (branch red) und Succirubra (selbst gesammelt).

Tangentiale Weite der Milchschläuche:

Ceylon Succirubra 1880	250—260 mik.
Java-Lembang	260—270 „
Java, 4 Jahre alt	110—120 „
Java	50—100 „
Java, erneuert	fehlend
Java, 18 Jahre, Wurzelrinde . . .	fehlend (obliteriert?)
Ceylon Succirubra	undeutlich.

Java und Ceylon Calisaya.

Die vorliegende Java Calisaya zeigt eine Dicke von 2—3 mm (stammt also von mittelstarken Ästen) und reichliche Borkebildung, die Mittelrinde ist schmal, in der 2—3 mal dickeren Innenrinde liegen sehr zahlreiche, im Querschnitte stark radial gestreckte Bastzellen einzeln oder zu Gruppen vereinigt, Kristallzellen fehlen. Gummiharzschläuche sehr verschieden weit, oft ganz undeutlich.

Untersucht wurde ferner: Java Schuhkraft (selbst gesammelt), Java Calisaya und Ledgeriana (selbst gesammelt), Java mossed, Java Renewed Ledgeriana, Ceylon Renewed crown, Ceylon Ledgeriana, Ceylon Calisaya.

Weite der Milchschläuche:

Java Schuhkraft . .	65—80 μ
Java bemoost . . .	70—80 „
Java renewed . . .	fehlend
Java Schuhkraft . .	durch Borke abgeschieden
Ledgeriana	undeutlich (obliteriert?)

Librosclereiden fanden sich in der Mittelrinde einer Calisaya Schuhkraft und einer Java Calisaya, sonst nirgends.

Loxa.

Die Loxachina besteht aus der 2—3 mm dicken Rinde junger Zweige. Bei denselben ist der Kork reichlich entwickelt, da und dort finden sich auch Lenticellen. Das Phellogen ist farblos, der Kork braunwandig und oft mit braunem Inhalte versehen. Die Zellen der Mittelrinde (primären Rinde) sind, soweit letztere nicht durch Korkbildung abgeworfen ist, meist infolge des Dickenwachstums stark dilatiert und dem letzteren meist durch reichliche radiale Teilungen gefolgt. Die Milchröhren (Gummiharzschläuche) sind erhalten, in der Droge aber leer. Sie sind in tangentialer Richtung gemessen 100 bis 155 mik. weit. Auch die Rindenstrahlen sind stark dilatiert, in den zwischen ihren Enden (also aufsen) liegenden Partien findet sich Collenchym. Innerhalb des Kreises der Gummiharzschläuche findet man die obliterierten Siebgruppen. Die Innenrinde besteht aus den aufsen verbreiterten Rindenstrahlen und den damit alternierenden, aufsen verschmälerten Phloëmstrahlen. In letzteren sind neben den Siebelementen und dem überwiegenden Phloëmparenchym zahlreiche Bastfasern zu finden. Die Bastfasern (s. oben S. 34) führende innere Rindenschicht ist nur wenig breiter als die äufsere. Kristallzellen finden sich besonders in den Rindenstrahlzellen, aber auch sonst zerstreut. Bezüglich der Länge und Breite der Bastzellen vergl. oben S. 35. Ihr Querdurchmesser ist nur wenig radial gestreckt. Sie liegen einzeln oder zu wenigliederigen Gruppen vereinigt. Nicht alle Bastzellen sind bis fast zum Verschwinden des Lumens verdickt, viele besitzen ein noch relativ weites Lumen (Angew. Anatomie, Fig. 446).

Huanuco.

Eine 4 mm dicke, von etwas älteren Ästen als die Loxa stammende Rinde, ist mit einem dünnen Kork bedeckt und zeigt eine ziemlich schmale Mittelrinde und eine dreimal breitere Innenrinde. In der Mittelrinde liegen sehr zahlreiche Librosclereiden. Dieselben sind nicht sehr stark verdickt, oft deutlich tangential gestreckt, rundlich getüpfelt und mit einer braunen Masse angefüllt. Die Gummiharzschläuche waren leer.

Guajaquil.

Die Rinde stammt von etwa ebenso alten oder wenig älteren Zweigen wie die Loxa. Eine 2—3 mm dicke Rinde zeigt den typischen Bau der Chinarinden, die sekundäre Rinde war etwa ebenso dick als die primäre (Mittel-)Rinde. Zahlreiche, mit feinem Kalkoxalat-Kristallmehl erfüllte Zellen finden sich in Mittel- und Innenrinde. Stärke reichlich in beiden.

Maracaibo.

Die Maracaiborinde ist Stammrinde. Die vorliegenden Stücke sind ca 8 mm dick.

Ein starkes graues Periderm bedeckt die schmale Mittelrinde. Die sehr breite Innenrinde führt zahlreiche Bastzellen mit spiefsigen Enden.

Amerikanische Calisaya sine epidermide.

Die Rinde entstammt Stämmen und kommt in den Handel in 7 mm dicken Stücken.

Die Handelsrinde besteht fast nur aus der Innen- oder sekundären Rinde, die Mittelrinde ist fast ganz durch Borkenbildung und Schälen abgeworfen bez. abgelöst, so dafs ein nur etwa 0,5 mm dicker Rest übrig geblieben ist (Angew. Anatomie, Fig. 453).

Amerikanische Rubra.

Die vorliegenden Rindenstücke entstammen Stämmen und sind 10—15 mm dick. Sie sind mit einem sehr breiten, weichen, dünnwandigen, oft 50 Zellen dicken Periderm bedeckt, das Phellogen ist farblos, die inneren Korkschichten sind mit braunem Inhalt versehen.

Die Mittelrinde ist erhalten, die Innenrinde ist viermal breiter als jene. Die Bastzellen sind ziemlich locker gestellt. Kristallzellen fehlen, ebenso Sclereiden, die Gummiharzschläuche sind klein, alle dünnwandigen Elemente durch Chinarot tief rotbraun gefärbt.

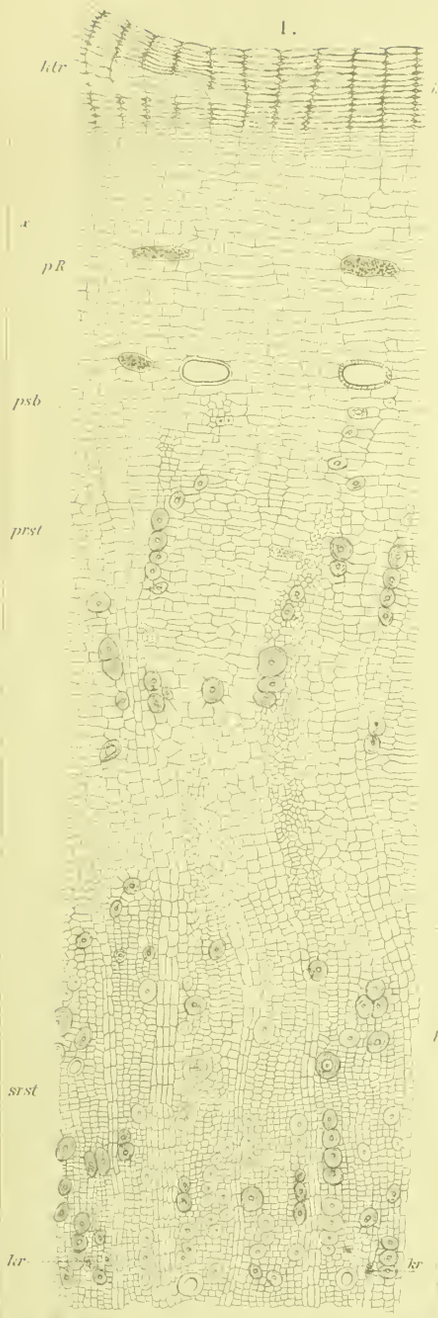
Das Pulver der Chinarinden ist durch die nach Form, Länge, Breite und Bau überaus charakteristischen Bastfasern ausreichend charakterisiert.

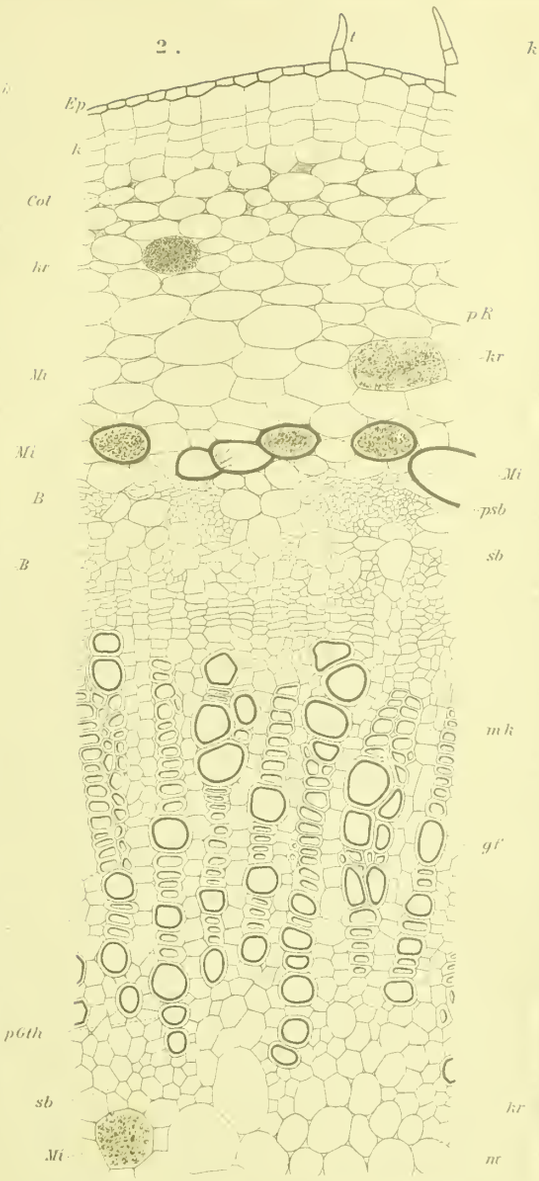
Tafel 9.

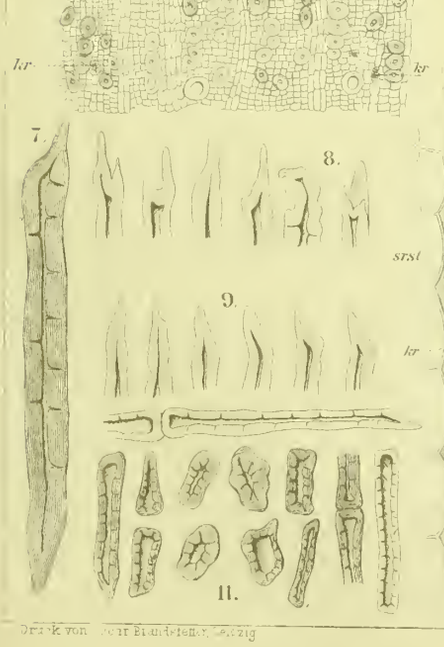
Erklärung der Abbildungen.

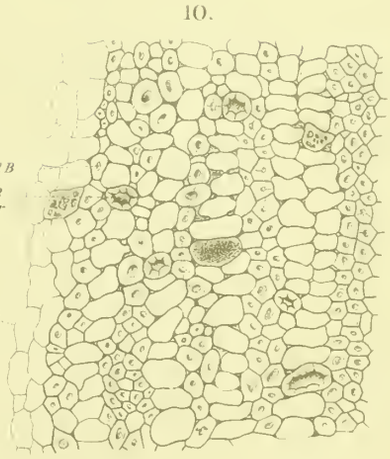
(Cort. chinae.)

Fig. 1. Querschnitt durch javanische Kultur-Succirubra.
„ 2. Querschnitt durch einen 3 mm dicken Zweig von Cinchona Calisaya Wedd.
„ 3. Querschnitt durch erneuerte Calisaya (Renewed).
„ 4. Aus dem tangentialen Längsschnitt durch javanische Ledgeriana, sekundäre Rinde.
„ 5. Aus dem tangentialen Längsschnitt einer Handels-Succirubra, Milchschläuche der primären Rinde obliteriert und nicht obliteriert.
Fig. 6. Librosclereiden der Mittelrinde von Cinchona Calisaya Schuhkraft, alle Übergänge veranschaulichend.
„ 7. Bastfaser aus Succirubra.
„ 8. Bastfaserenden aus Calisaya Ledgeriana.
„ 9. Bastfaserenden aus Succirubra.
„ 10. Querschnitt durch einen Teil der sekundären Rinde der Cuprea.
„ 11. Librosclereiden der Cuprea.









Druck von C. G. Röder in Leipzig

Rad. ipecacuanhae.

Rad. ipecac. grisea, Brechwurzel, Racine d'Ipecacuanha annelé, Ipecacuanha Root.

Das Lupenbild der Wurzel von Psychotria Ipecacuanha Müll. Arg. (Fig. 3) zeigt einen gelblichen centralen Holzkörper, der fein, aber deutlich radialstrahlig erscheint (mit unbewaffnetem Auge sieht man von dem strahligen Baue nichts). Die Rinde ist innen dunkel, aufsen hell, gleichförmig, ohne irgend welche Strahlen.

Der Bau der primären Wurzel ist an der Handelsware nicht zu studieren. An frischem Material konnte festgestellt werden, dafs der primäre Bau diarch oder triarch ist (Fig. 4). Die 2 oder 3 radialen Bündel werden vom Perikambium und der Schutzscheide umgeben (*pc* und *end* in Fig. 4). Die Zellen der letzteren sind dünnwandig und verkorkt, zeigen aber in den aus Tracheiden bestehenden Holzstrahlen unverkorkte Durchlafszellen (×). Die primäre Rinde wird samt ihrer die Wurzelhaare tragenden Epidermis später abgeworfen, indem das Perikambium in Phellologen übergeht und so ein sekundärer Kork erzeugt wird. Der Kork der älteren Wurzeln ist also perikambialen Ursprunges.

Die ältere Wurzel von Psychotria Ipecacuanha, wie sie die Handelsware darbietet, besitzt einen mehrreihigen Kork (Fig. 5, *k*) mit einreihigem Phellogen (*phg*). Die Korkzellen enthalten eine braune körnige Masse. Das darunter liegende Rindengewebe (Mittelrinde) ist ein relativ starkwandiges, fast lückenlos anschliessendes Parenchym, welches reichlich Stärke enthält und in welchem zahlreiche in der Achse des Organs gestreckte Zellen liegen, von denen jede ein Bündel Kalkoxalatraphiden führt (Fig. 5, *Raph.* und Fig. 14). Im innern Teile der Rinde sind die Oxalatzellen besonders häufig. Nur selten findet man auf tangentialen Längsschnitten (zwischen das obliterierte Rindenparenchym sich einschiebend) die Querschnitte dünner Nebenwurzeln. Nach innen zu wird das Rindengewebe kleinzelliger, und es springen von der undeutlichen, meist nur einreihigen Kambiumzone (*c*) aus viele aus zahlreichen Zellen bestehende Siebbündel keilförmig in die Rinde ein (Fig. 5, *sb* und Fig. 6). Die Zellen dieser Siebbündel sind zum Teil sehr zartwandig, zum Teil auffallend stark verdickt, wie man es bei den Siebelementen zahlreicher Pflanzen findet. Die Verdickung ist auch hier meist auf die Radialwände beschränkt, so dafs bei einem radialen Längsschnitt die Siebelemente nur dünnwandig erscheinen, beim tangentialen dick (Fig. 15). Die Siebröhren besitzen ein weites, das Kambiform ein sehr enges Lumen. Beide sind gestreckt. Bisweilen kommt es vor, dafs ganze Strecken der Wurzel nicht die bekannten wulstigen Auftreibungen und Einschnürungen an der Rinde zeigen, die für die Ipecacuanha charakteristisch sind, sondern glatt erscheinen. An diesen Stellen ist die Rinde schmal.

Der Holzkörper ist sehr gleichförmig gebaut. Er enthält zwei, durch Übergangsglieder miteinander verbundene Zellformen, nämlich Ersatzfasern und Tracheiden. Beide sind dickwandig und verholzt und weichen in ihrer Form nicht wesentlich voneinander ab. Sie sind bald lang und spitz, bald gegen das Ende plötzlich verschmälert, bald an den Enden mit Zapfen versehen, bald kurz und einseitig abgestutzt, bald rechteckig (Fig. 8, 10, 11).

Im Querschnitt erscheinen die Tracheiden meist etwas breiter (15—26 mik.) als die Ersatzfasern (10—19 mik.), ohne dafs dies jedoch ein durchgreifender Unterschied wäre. Die typischen Ersatzfasern sind mit linksschiefen spaltenförmigen Tüpfeln versehen (Fig. 11 a und b), die typischen Tracheiden mit runden behöften Tüpfeln, deren Spalt auch linksschief zu stehen pflegt (Fig. 8, *c*). Die Wand der typischen Ersatz-

fasern sieht daher im Längsschnitt aus wie Fig. 9b, die Wand der typischen Tracheiden wie Fig. 9c. Die zwischen beiden liegenden Formen nähern sich bald mehr den Ersatzfasern, bald den Tracheiden. Sehr häufig sind Bilder wie Fig. 9a, wo ein wohlausgebildeter Hof nicht wahrzunehmen ist, oder wie Fig. 8, *d*, wo die Tüpfel rundlich sind und unregelmäfsig stehen. Die durchschnittliche Länge der gestreckten Faser beträgt 300—350 mik. Unter den echten Tracheiden befinden sich solche, die an den Seitenwänden (besonders den radialen) mittels runder oder ovaler Löcher perforiert sind und dadurch mit den Nachbartracheiden in offene Kommunikation treten. Letztere kann man — wegen dieser Durchbrechung — als „gefäfsartige Tracheiden" unterscheiden. Gefäfse kann man sie kaum nennen, da die Löcher mitten in der Wand liegen und als ein charakteristisches Merkmal der Gefäfse die Perforation der Querwände zu betrachten ist. Die Löcher sind sowohl auf Querschnitten (Fig. 7, *L*) wie auf Längsschnitten (Fig. 8, *L*) zu sehen.

Markstrahlen sind nicht ausgebildet, doch durchziehen den Holzkörper in radialer Richtung aus schmäleren Zellen bestehende, ein- bis mehrreihige Zellzüge (*i* in Fig. 5 u. 7), die im Querschnitte wie Markstrahlen aussehen, als solche auch gedeutet wurden und diese auch offenbar vertreten. Der tangentiale Längsschnitt lehrt aber, dafs sie echte Markstrahlen nicht sind (Fig. 8, *e*), obwohl bisweilen eine mehrreihige Gruppe longitudinal ein Stück zusammenhängt. Sie bestehen aus Ersatzfasern (Wandskulptur wie Fig. 9b). Die zwischen diesen Reihen liegenden radialen Strahlen (Fig. 7, *tr*) bestehen vorwiegend aus Tracheiden, durchbrochenen und undurchbrochenen, daneben finden sich Übergangsglieder und Ersatzfasern. Während in den die Markstrahlen vertretenden Ersatzfaserreihen reichlich Stärke vorhanden ist, fehlt dieselbe den trachealen Strahlen ganz (Fig. 7, *tr*). Dort, wo echte Ersatzfasern an echte Tracheiden grenzen, ist die Wand nur auf der einen Seite, der trachealen, behöft getüpfelt (Fig. 9d).

Die äufserste, unmittelbar an das Kambium grenzende, meist sehr unregelmäfsig vorspringende (Fig. 5 u. 6) Zellreihe des Holzkörpers besitzt oft (infolge Infiltration vom Siebteile her) gebräunte Wände, die weiter nach innen zu liegenden Reihen gelbe. Der braune Ring im Lupenbilde, der Holz und Rinde zu trennen scheint, ist nicht das Kambium, sondern eben jene äufserste Tracheidenreihe.

Die (Stärkebildnern ihre Entstehung verdankenden) bald einfachen, bald zu zweien bez. mehreren zusammengesetzten Stärkekörner (Fig. 16) besitzen im Durchschnitt eine Gröfse von 5—9 mik. Sie sind spaltfrei oder besitzen einen 2- bis 4strahligen Spalt. Oft sind die Teilkörner eines zusammengesetzten Stärkekornes nicht gleich grofs. Die Stärke der Rinde weicht von der der Ersatzfasern nicht ab. Die Stärke der äufseren Rindenpartien pflegt kleiner zu sein und weniger zusammengesetzt.

Mark fehlt der Wurzel ganz. Im Centrum sieht man bisweilen noch die Tetrarchie der Anlage (s. oben).

Da Pikrinsäure und Kalibichromat, besonders das letztere, vornehmlich in den innersten Teilen der Rinde (am Kambium) Fällungen hervorrufen, so scheint das Emetin vornehmlich dort seinen Sitz zu haben.

Nur Tracheiden und keine Gefäfse enthalten auch die Rad. Ipec. grisea von Para, die Rad. Ipec. undulata von Karthagena und die violette Ipecacuanha. In diesen fehlt aber Emetin. Alle übrigen Ipecacuanhen enthalten Gefäfse im Holzkörper. Sclereiden fanden sich in der Rinde: bei Ipecac. americana (von einer Euphorbiacee) und der Ipecacuanha von St. Vincent, Farbstoffzellen in der Rinde der dicken, bis zum Holzkörper eingeschnürten, braunschwarzen Rad. Ipecac. nigra seu striata (von Psychotria emetica Rich.). Inulin führt Rad. Ipecac. lignos. (von Ionidium Ipecacuanha). Der ästigen, ringförmig eingeschnürten, weiss-bräunlichen Rad. Ipecac. farinosa (von Richardsonia scabra [St. Hill.]), sowie der grauweissen Rad. Ipecac. alba (von Violaarten), die ebenfalls Gefäfse enthält, fehlen Sclereiden, Farbstoffzellen und Inulin.

Nicht selten findet man in der Droge Teile des glatten, nicht wulstigen, sondern nur längsstreifigen, unterirdischen Stammes (Rhizomes) der Ipecacuanha. Der Bau desselben weicht in mehreren Punkten von dem der Wurzel ab. Das Rhizom besitzt ein ovales Mark (Fig. 2) und ist bisweilen stärkefrei.

Auf den schmalen Kork folgt mehrreihiges Collenchym, dann das meist mit Stärke vollgepfropfte, mit Raphidenzellen durchsetzte Rindenparenchym und endlich ein von parenchymatischen Durchlafszellen unterbrochener mechanischer Ring (*MR*, Fig. 17 u. 20). Derselbe besteht aus 1—2 Reihen eigentümlicher Sclereiden, die dicke Netzleistenverdickungen und zwischen diesen ovale Tüpfel besitzen (Fig. 19). Sie sind meist kurz, haben gerade oder zugeschärfte Enden und liegen in Reihen übereinander (Fig. 20). Innerhalb dieses Sclereidenringes liegt der schmale, gröfstenteils obliterierte Siebteil (*sb*, Fig. 17 u. 20). Der Holzkörper ist wie bei der Wurzel gebaut, namentlich sind auch hier durchlochte Tracheiden reichlich vorhanden (Fig. 18). Die primären, zu innerst liegenden trachealen Elemente aber sind hier echte Spiralgefäfse (Fig. 20, *gf*).

Die die Markstrahlen vertretenden Reihen treten beim Rhizom etwas deutlicher hervor als bei der Wurzel. Ihre Zellen sind deutlich schmäler als die Tracheiden.

Die Stärke, die auch das Mark erfüllt, stimmt mit der der Wurzel überein.

Das Pulver.

Das Ipecacuanhapulver der Apotheken besteht vorwiegend aus dem Stärkemehl, dessen Form und Gröfse (s. oben) auch hier diagnostisch wohl verwertbar ist. Auch im Pulver

sieht man noch häufig zusammengesetzte Stärkekörner, zu 2, 3 bis 12. Die Berührungsfläche ist eben, nicht gekrümmt. Die Gröfse der Teilkörner eines zusammengesetzten Stärkekorns ist oft sehr verschieden, mit 1 bis 3 grofsen sind oft 2 oder mehr mittelgrofse oder kleine vergesellschaftet. Letzteres ist für Ipecacuanha sehr charakteristisch. Um die übrigen Elemente des Pulvers zu erkennen, mufs man die Stärke (durch Kali oder Erwärmen) verkleistern. Alsdann sieht man zahlreiche Raphiden und mehr oder weniger grofse Fetzen von verletzten und unverletzten Parenchymzellen, Kork und Tracheiden, oftmals sogar noch zu mehreren zusammenhängend. Gefäfse fehlen gänzlich. Wenn die Tracheiden im Pulver fehlen, so wurde das Pulver nur aus der, übrigens allein wertvollen Rinde bereitet. Eine Beimengung des Rhizoms verrät sich durch die Sclereiden und die Gefäfse (Fig. 20).

Ein halbes Gramm des Pulvers mit 2,5 ccm Salzsäure geschüttelt giebt ein Filtrat, von dem ein Tropfen mit einem Körnchen Chlorkalk zusammengebracht eine charakteristische Rotfärbung giebt (Emetin).

Tafel 10.

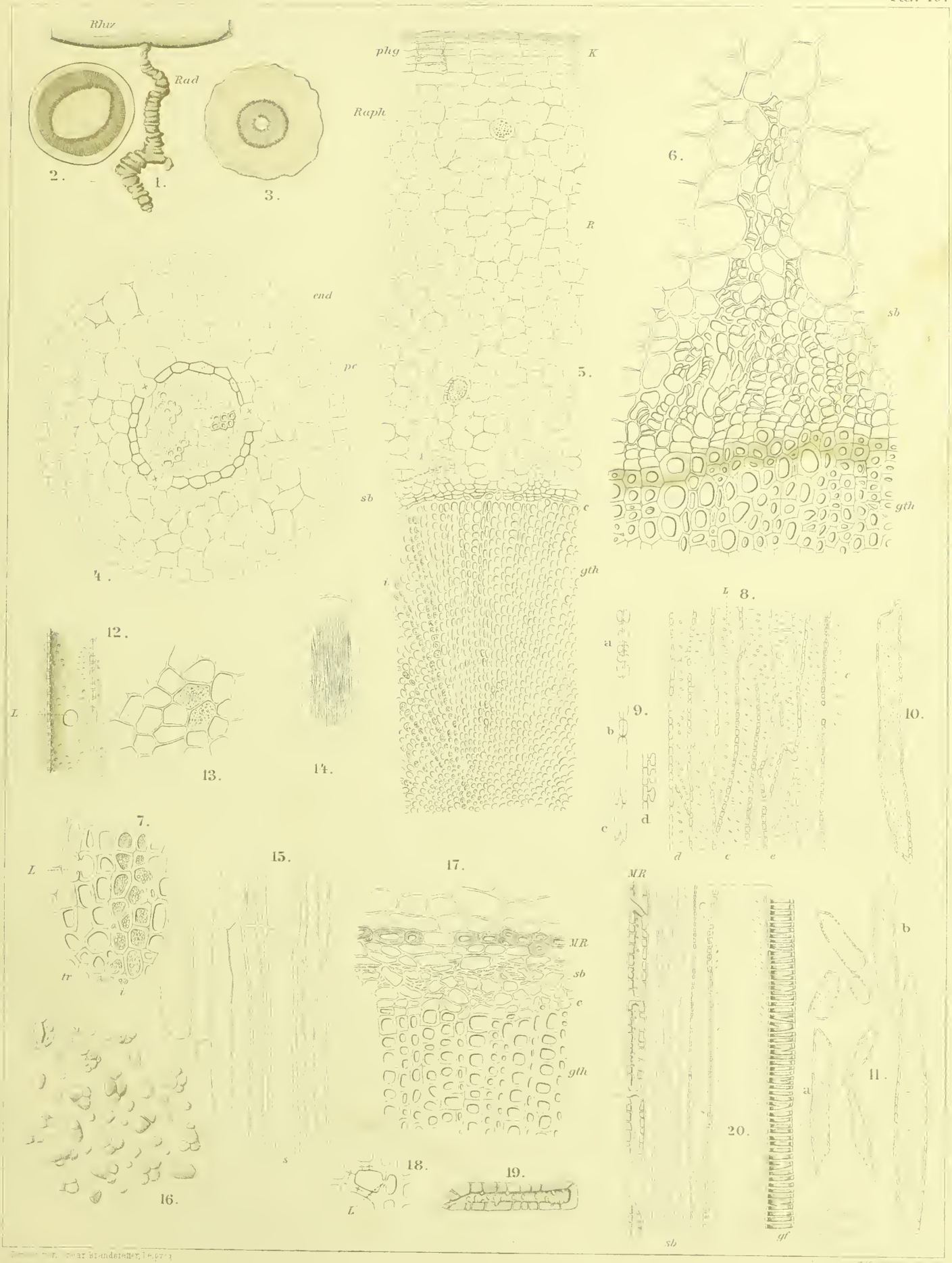
Erklärung der Abbildungen.

(Psychotria Ipecacuanha Müll. Arg.)

Fig. 1. Rhizom mit Wurzel von Psychotria Ipecacuanha Müll. Arg.
„ 2. Lupenbild des Rhizoms.
„ 3. Lupenbild der Wurzel.
„ 4. Primärer Bau der Wurzel.
„ 5. Querschnitt durch ein Segment der Wurzel der Handelsware.
„ 6. Querschnitt durch den Siebteil am Kambium.
„ 7. Partie des Holzkörpers im Querschnitt.
„ 8. Tangentialer Längsschnitt durch den Holzkörper.
„ 9. Tüpfel *b* der typischen Ersatzfasern, *c* der typischen Tracheiden, *a* von Mittelformen, *d* Wand links einer Ersatzfaser, rechts einer Tracheide.
„ 10. Tracheide isoliert.
Fig. 11. Elemente des Holzkörpers mit Schultze'scher Macerationsflüssigkeit isoliert.
„ 12. Durchbohrte (gefäfsartige) Tracheide.
„ 13. Kork, Flächenansicht.
„ 14. Raphidenzelle, Längsansicht.
„ 15. Elemente des Siebteils, Längsschnitt.
„ 16. Stärkekörner.
„ 17. Querschnitt durch die innere Rinde und den äufseren Teil des Holzkörpers des Rhizoms.
„ 18. Tracheale Elemente des Holzkörpers im Querschnitt.
„ 19. Sclereide der Rinde des Rhizoms.
„ 20. Längsschnitt durch die innere Rinde und die Markscheide des Rhizoms. *gf* primäres Gefäfs.

Ipecacuanha.

Taf. 10.



Flor. Tiliae.

Lindenblüten, Fleurs de Tileul, Linden Flowers.

Die Inflorescenz von Tilia europaea L. zeigt folgenden Bau.

Das Laubblatt der blühenden Zweige (*l*, Fig. 1 u. 2) trägt in seiner Achsel eine gestielte Inflorescenz auf der einen Seite mit einem, dem Stiele halb angewachsenen flügelförmigen Blatte (*a*, Fig. 1 u. 2), auf der anderen mit einer kleinen Knospe (*b*). Diese Inflorescenz ist als der Achselspross des Laubblattes *l* aufzufassen, das Blatt *a* ist das eine, das Deckblatt der Knospe (*b*) das andere Vorblatt dieses Achselsprosses. Das Blatt *a* bleibt steril, in der Achsel von *b* entsteht eine Laubblattknospe. Die Inflorescenz selbst schliesst mit einer Gipfelblüte (*t*), der drei zarte Hochblättchen *c*, *d* und *e* vorangehen, die in einer Spirale angeordnet sind (Fig. 2), *c* bleibt steril, die beiden anderen *d* und *e* entwickeln in ihren Achseln Blüten, deren Stielen sie eine Strecke weit angewachsen sind. Diese Blüten haben zwei sehr zarte, ungleich hoch inserierte, hinfällige Vorblättchen. Aus diesen kann sich die Verzweigung fortsetzen. Bei Tilia grandifolia beträgt die Zahl der Blüten 3—7, bei parvifolia bis 11. Die sekundäre Verzweigung der Inflorescenz ist dichasial-wickelig.

Die proterandrische Blüte ist fünfzählig. $K\,5$, $C\,5$, $A\ \frac{30-40}{5}$ $G.\ (5)$. Die zahlreichen Stamina sind als aus 5 epipetalen Praemordien entstanden zu denken.

Die 5 in der Knospenlage klappigen, leicht abfallenden, ovalen Kelchblätter sind kahnartig und am Rande und innen behaart. Sie werden von drei anastomosierenden Bündeln durchzogen und sind 270—330 mik dick. Die Epidermis der Blattoberseite (Innenseite) besteht aus grossen polyedrischen Zellen (Fig. 4, *epo* und 6), zwischen welche zahlreiche Haare mit kegelförmiger Basis eingefügt sind. Diese Haare sind meist sehr lang, dünn und gerade, seltener hin- und hergebogen, oder es sind 2—5strahlige, der Epidermis stiellos eingefügte Sternhaare mit ungleich langen, nicht selten gleichfalls, besonders an der Spitze, gekrümmten Strahlen (Fig. 27a), die eine nicht sehr starke Wand und eine kegelförmige Spitze besitzen. Die Breite der Strahlen beträgt an der Basis meist 11—13 mik, die Wanddicke 2—3 mik. An dem stark verbreiterten Blattrande (Fig. 7) liegen zwei-strahlige Sternhaare mit stark gebogenen und verkrümmten Strahlen (Fig. 7 u. 27c), die oft so durcheinander geschlungen sind, dass sie wirre Knäuel bilden. Unter der Epidermis liegt eine Reihe Oxalatzellen (Fig. 4). Auch sonst sind im Parenchym (*Par*) der verhältnismäfsig dicken Blätter Oxalatdrusen zu sehen. Ungefähr in der Blattmitte liegen grosse, 30—65 mik weite Schleimzellen, oft zu mehreren nebeneinander. Die trennende Wand verschleimt bisweilen, so dass grosse 80—200 mik weite Schleimräume entstehen (Fig. 7). Bei Präparation von Alkoholmaterial in Alkohol ist die Schichtung der Schleimmembran schön zu sehen (Fig. 4). Die Epidermis der Unterseite (Aussenseite) ist kleinzelliger, die Zellen sind polyedrisch (Fig. 4 und 5), Haare fehlen (Fig. 5, *epu*), oder sind doch sehr selten (Fig. 7), ebenso Stomata.

Die an der Spitze abgerundeten oder mehrspitzigen länglich-verkehrt-eiförmigen, genagelten Kronblätter sind sehr viel zarter (105—140 mik dick), oft nur 3—5 Zellreihen dick. Die Epidermis der Oberseite gleicht der der Unterseite (Fig. 8 und 9). Es sind gestreckte, nur wenig wellige Zellen, von einer deutlich längsgefalteten Kuticula bedeckt. Die Faltung ist auf der Blattoberseite deutlicher. Die zarten anastomosierenden Nerven sind nur weniggliedrig. Meist sind zwei Hauptnerven deutlich erkennbar (Fig. 8a). Im zarten Mesophyll liegen zahlreiche (in einem Kronenblatte 300 und mehr) grosse Schleimzellen und Schleimhöhlen, deren Lage und Anordnung schon bei Betrachtung des unzerkleinerten Blattes (besonders bei Alkoholmaterial) im durchfallenden Lichte sichtbar wird (Fig. 8, *Sch*). Auch Oxalatdrusen finden sich, besonders unter der Epidermis der Oberseite. An der Blattbasis sieht man bisweilen Köpfchenhaare, die auf einem kurzen, mehrzelligen, aber einreihigen Stiele ein gestrecktes vielzelliges Köpfchen tragen. Die Lamina ist haarfrei, nur am Blattrande, besonders dem oberen, sitzen zahlreiche, teils einfache, teils 2—5-strahlige Sternhaare, mit gewundenen Strahlen (Fig. 8 u. 27 b). Die Filamente der Staubfäden führen ein centrales Bündel und einige wenige subepidermale Schleimzellen (Fig. 10).

Die dithecischen Antheren haben ein breites, die beiden Antherenhälften verbindendes, gespaltenes, den Antherenhälften auf dem Rücken angeheftetes Connectiv (Fig. 11 und 12), in dem das Filamentarbündel endet. In dem mittleren Teile jeder Antherenhälfte liegen ebenfalls Schleimzellen (Fig. 13, *Sch*) und Oxalatdrusen. Die Antherenwand ist meist dreischichtig. Die äufsere Epidermis ist papillös, die innere glatt (Fig. 13), erstere von einer gefalteten Kuticula bedeckt (Fig. 14). Die fibröse Schicht ist ein-, gegen die Mitte hin mehr-schichtig. Ihre Zellen zeigen an den Radialwänden Längsleisten, die bogenförmig gekrümmt nach der ebenfalls mehr oder weniger verdickten Basis laufen. So entstehen schalenartige Cylinder-Zellen mit radialen Randstreifen (Fig. 13 und 15), die von oben betrachtet ein sternförmiges Aussehen haben. Die Pollenkörner sind tetraedrisch, 27—34 mik grofs, sie besitzen 3 Austrittsstellen und eine durch zahlreiche Stäbchen gekörnt erscheinende Exine (Fig. 16).

Der Fruchtknoten besteht aus 5 Carpellen und ist in der Mitte fünffächerig (Fig. 21). In jedem Fache liegen je 2 anatrope (Fig. 22) Ovula. Von allen 10 wächst aber nur eins zum endospermhaltigen Samen heran (Fig. 23, *s*), die anderen verkümmern (Fig. 23, *ov*). Die Scheidewände werden dabei zusammengedrückt

Die Fruchtknotenwand ist bedeckt von einer aufserordentlich haarreichen Epidermis (Fig. 20, *Ep*), die Haare sind 2- bis vielstrahlige Sternhaare (Fig. 20, *t* und Fig. 27 a) mit oft sehr bizarr gekrümmten Strahlen. Auf die Epidermis folgt ein dünnwandiges Parenchym und dann eine obliterierte braune Schicht, in der die Gefäfsbündel (*gfb*) verlaufen. An diese schliefst sich die Schleimzellen (*Sch*) führende Schicht an. Schleimzellen finden sich auch in den Scheidewänden.

Der Griffel führt in der Randschicht ebenfalls Schleimzellen (Fig. 19), auch in dem centralen Teile sind da und dort einige zu finden. Der letztere wird umschlossen von einem 5strahligen Stern zarter Gefäfsbündel (Fig 18). In der Mitte liegt das sehr grofse leitende Gewebe. Die Narbe ist fünflappig. Jeder Lappen ist vielfach zerschlitzt (Fig. 17). Eigentliche Papillen fehlen. Auch im Narben- und Griffelgewebe sind Oxalatdrusen häufig.

Der Inflorescenzstiel führt ebenfalls Schleimzellen von 40—60 mik Weite in Mark und Rinde. Das aus grofsen, reichgetüpfelten Zellen bestehende Mark (Fig. 24, *m*) wird umgeben von dem, im Querschnitt ovalen Holzteile (*gth*). Der schmale Siebteil (*sb*) wird aufsen umschlossen von einem breiten Bastzellpanzer (*B*), der gegen das Kambium hin Sclerenchymzapfen entsendet. Unter der Epidermis findet sich Collenchym.

Die dem Inflorescenzstiel halb angewachsene Braktee (Fig 1 und 2 *a*) wird von zahlreichen Gefäfsbündeln durchzogen, die von dicken Bastzellpanzern bescheidet sind (Fig. 25, *B*). Der Mittelnerv enthält oberhalb der Stelle, wo der Inflorescenzstiel abbiegt, eine Gruppe von nebeneinander liegenden Bündeln, unterhalb derselben bilden diese Bündel mit dem Bündelcylinder der Inflorescenzachse ein Ganzes, das von einem gemeinsamen Bastzellringe umschlossen ist. Schleimzellen oder Schleimhöhlen finden sich nur an den Nerven (Fig. 25, *Sch*). Die Blattfacetten führen ein aufserordentlich lückiges Mesophyll, dessen Zellen auf der Blattoberseite palissadenartige Streckung zeigten (Fig. 25, *p*). Die Epidermen sind auf beiden Seiten etwa gleichgestaltet. Über den Nerven sind die Zellen gestreckt (Fig. 26, *epo*). Die Epidermis der Unterseite trägt Spaltöffnungen, die Kuticula ist gefaltet (Fig. 26, *epu*). In den Epidermiszellen kristallisierten im Glycerinpräparat frischen Materiales prächtige grofse Sphärokristalle (Zucker?) aus.

Die Knospenlage in der Blattknospe zeigt Fig. 2 rechts. Die Blätter der Knospe sind reich an Schleimzellen.

Die Schleimzellen der Tiliaceen enthalten den Schleim nicht im Inhalte, sondern derselbe wird auch hier — wie bei den Malvaceen — von sekundären Membranverdickungsschichten gebildet. Man sieht also bei geeigneter Präparation — Einlegen des Schnittes in Alkohol und Zufliefsenlassen von etwas Wasser — im Centrum der Zelle ein schmales, rundes oder spaltenförmiges, plasmaerfülltes, oft excentrisches Lumen und rings um dasselbe herum zahlreiche Schichten in der sekundären Schleimmembran (*Sch* in Fig. 4, 8, 13, 19, 20, 25). Auch der austretende Schleim zeigt noch deutliche Schichtung. Liegen zwei Schleimzellen nebeneinander, so kommt es bei reichlicher Wasserzufuhr oftmals vor, dass die primären Membranen gesprengt werden und die sekundären Verdickungsschichten der Membranen benachbarter Zellen unmittelbar verschmelzen. Ob die zersprengte primäre Membran sich im Schleim wirklich auflöst, läfst sich sehr schwer konstatieren. Nach den Bildern, die man im Mark der Stiele, in Kelch und Blütenblättern zahlreich erhält, wo gleichfalls zahlreiche Schleimzellen meist dicht bei einander liegen, bin ich geneigt, eine Auflösung anzunehmen, denn hier grenzen oft mehrere geschichtete Schleimklumpen ohne trennende primäre Cellulose-Membran dicht aneinander.

Tafel 11.

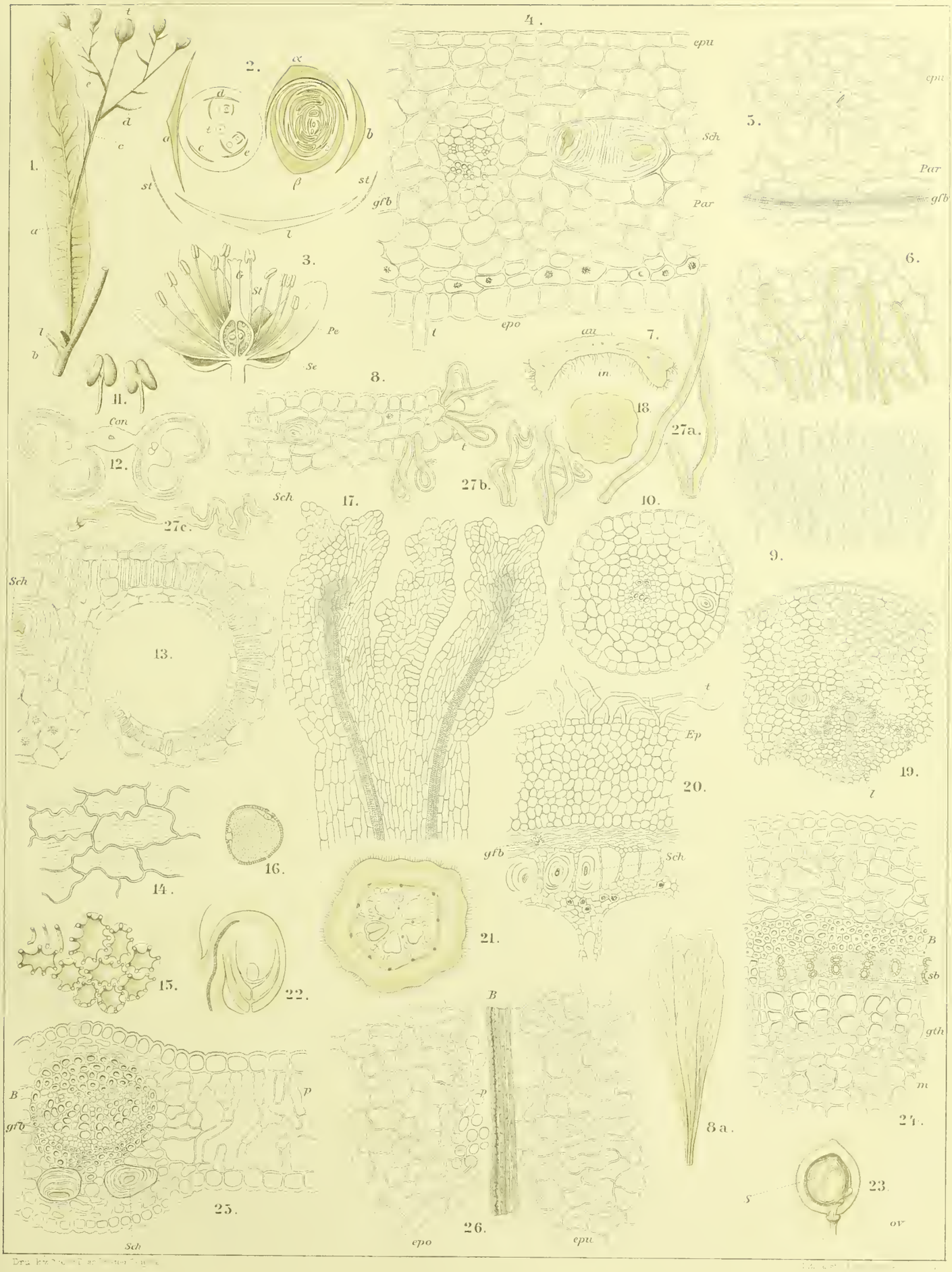
Erklärung der Abbildungen.

(Tilia.)

Fig. 1. Inflorescenz von Tilia europaea L., halbschematisch.
„ 2. Inflorescenz, Diagramm.
„ 3. Blüte von Tilia europaea im Längsschnitt.
„ 4. Querschnitt durch ein Kelchblatt.
„ 5. Flächenschnitt durch die Unterseite (Aufsenseite) des Kelchblattes und das darunter liegende Gewebe.
„ 6. Flächenansicht der Epidermis der Blattoberseite (Innenseite) des Kelchblattes.
„ 7. Querschnitt eines Kelchblattes, Lupenbild. *au* = aussen.
„ 8. Rand eines Kronenblattes, Querschnitt.
„ 8a (unten). Kronenblatt.
„ 9. Epidermis der Blattoberseite eines Kronenblattes.
„ 10. Querschnitt durch ein Filament.
„ 11. Antheren von vorn und hinten.
„ 12. Querschnitt durch eine Anthere, Lupenbild.
„ 13. Querschnitt durch einen Teil einer aufgesprungenen Anthere.
Fig. 14. Epidermis der Anthere, Flächenansicht.
„ 15. Hartschicht (Endothecium, fibröse Schicht) der Antherenwand, Flächenansicht.
„ 16. Pollenkorn.
„ 17. Narbe, Längsschnitt.
„ 18. Querschnitt durch den Griffel, Lupenbild.
„ 19. Querschnitt durch ein Griffelsegment.
„ 20. Querschnitt durch die Fruchtknotenwand.
„ 21. Querschnitt durch den mittleren Teil des Fruchtknotens, Lupenbild.
„ 22. Ovulum, Längsschnitt, schematisiert.
„ 23. Längsschnitt durch die reife Frucht (mit einem Samen).
„ 24. Querschnitt durch ein Segment des Inflorescenzstiels.
„ 25. Querschnitt durch die Braktee an einem Sekundärnerven.
„ 26. Flächenansichten des Brakteengewebes.
„ 27 a, b, c. Haare von Fruchtknoten, Korolle und Kelch.

Tilia.

Taf II.



1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
8a.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27a.
27b.
27c.
epu
Sch
Par
gfb
epo
Pe
Se
Con
Ep
B
sb
gth
m
ov

Flor. sambuci.

Hollunderblüten, Fliederthee, Fleurs de Sureau, Eider Flowers.

Die Blütenstände des Flieder (Sambucus nigra L.) sind Rispen höherer Ordnung, die letzten Verzweigungen meist Dichasien. Hochblätter sind selten, ebenso auch extraflorale Nectarien, dagegen wird jede Blüte von zwei zarten Vorblättern behüllt (*V*, Fig. 2 u. 4), der Fruchtknoten ist unterständig, die Ovula anatrop (Fig. 3). Der kurze, kegelförmige Griffel (Fig. 1) trägt drei kopfförmige Narben, die über je einem Fruchtknotenfache stehen. Die fünf Stamina sitzen der Krone innen auf, die Antheren sind auf ihrem Rücken dem Filamente angeheftet (Fig. 18 b). Die fünfzählige gamopetale Korolle besitzt eine kurze Röhre und einen fünfteiligen, aus breiten, stumpfeiförmigen Lappen bestehenden Saum (Fig. 1 u. 2, *Pe*). Die Kelchblätter sind klein und ungefähr dreieckig (Fig. 2, *Se*).

Der fünfzähnige Kelch ist beiderseits von einer Epidermis mit gestreifter Kuticula bedeckt, deren Zellen gradwandig isodiametrisch oder schwach quergestreckt und in Längsreihen angeordnet sind, an den Zähnen sind sie gröfser, wellig verbogen und da und dort papillös vorgestülpt (Fig. 15, *t*). Die Unterseite trägt Spaltöffnungen und, auf besonderen Polstern über die Epidermis emporgehoben, Wasserspalten (*wst*, Fig. 15), das Kelchblatt ist in der Mitte von einem Nerven durchzogen. Einige Zellen enthalten Kalkoxalatkriställchen (Fig. 14, *kr*).

Die fünf Kronenblätter sind ebenfalls mehrschichtig (Fig. 16). Das Gewebe besteht aus den beiden Epidermen und 5—6 Schichten durchlüfteten Mesophyllparenchyms. Die Epidermiszellen sind relativ grofs (den Mesophyllzellen gegenüber) und enthalten, auf der Oberseite wenigstens, einen gelben Klumpen. Das Mesophyll ist von drei zarten, schwach gegabelten Nerven durchzogen, die vornehmlich aus kurzen Spiral-Tracheiden bestehen wie bei den Nervenendigungen der Laubblätter (Angewandte Anatomie S. 373). Spaltöffnungen finden sich vornehmlich auf der Unterseite, aber in geringer Zahl. Die Epidermen besitzen isodiametrische Zellen mit geraden oder schwach welligen Wandungen und zart wellig gefalteter Kuticula. Diese Streifung zeigt auch die Epidermis des Kelches. Die Wellung der Wand ist auf der Blattunterseite (Fig. 17) etwas stärker als auf der Oberseite.

Die Epidermiszellen der Filamente sind stark in der Richtung der Organsachse gestreckt (Fig. 28).

Haarbildungen irgend welcher Art fehlen der Korolle. Zarte, wenig verzweigte Nerven durchziehen Kelch und Kronenblätter. Beim Kelch verläuft je ein Nerv nach der Spitze der 5 Zipfel und den Einbuchtungen zwischen diesen. Der Kelch hat also 10 Nerven. Bei der Krone tritt in jedes Korollenblatt ein Nerv ein, der sich an der Basis stets in drei etwa gleichstarke, bogig verlaufende Gabeläste teilt. Der mittlere derselben läuft nach der Spitze des Korollenblattes zu. Die fünfblättrige Krone wird also von im ganzen 15 Nerven durchzogen (Fig. 1 und 2).

Jedes Filament besitzt ein kleines centrales Bündelchen. Die auf den kurzen Filamenten sitzenden grofsen eiförmig-länglichen, dithecischen, extrorsen Antheren (Fig. 18) umschliefsen mit ihrer im Endothecium netzartig verdickten Hülle (Fig. 19 u. 20) zahlreiche, rundlich-tetraedrische Pollenkörner, deren jedes 3 zarte Austrittsstellen erkennen lässt (Fig. 22 u. 23 oben). Die Exine besitzt ein aus feinen, reihenförmig angeordneten Stäbchen gebildetes Netzwerk. Die Antherenwand ist dreischichtig. Die äussere Zellreihe, die Epidermis, besteht aus papillös ausgestülpten Zellen mit gestreifter Kuticula, die mittlere Zellreihe (fibröse Schicht) aus grossen Zellen mit Netzleistenverdickungen, die von der verdickten Basis her nach oben hin bogenförmig verlaufen (Fig. 20 u. 21). Viele dieser Zellen besitzen Schalenform. Sie bewirken das Aufspringen der Anthere.

Der unterständige, dreifächerige (bisweilen auch zweifächerige) Fruchtknoten besitzt eine grofszellige Epidermis, der besonders an der Basis bisweilen kurze, kegelförmige Haare aufsitzen. Das zartwandige Parenchym, in dem sich namentlich rings um die Fächer Kalkoxalatkriställchen führende

Zellen reichlich finden, ist aufsen normal gebaut. Zu innerst liegen unter der aus grossen, deutlich kuticularisierten Zellen bestehenden inneren Fruchtfachepidermis radial palissadenartig gestreckte Zellen und eine ebenfalls dicht zusammenschliefsende Reihe grofser plasmareicher Zellen. Aus diesen 3 Reihen allein scheint die Steinschale, das Endocarp der Früchte (2, 3, 4 in Fig. 31) zu entstehen. In die Fruchtknotenwand treten 10 Bündelchen ein (Fig. 11, 12, 13), in die Centralplacenta 3. Von den 10 Bündelchen gehen 5 in die Kelchblätter, 5 treten als gemeinsame Stränge in die Basis der Filamente und Korollenblätter ein, um sich erst weiter oben zu gabeln (Fig. 3). Von diesen 10 gehen 6 weiter in den Griffel bis unter die Narbe (Fig. 6, 7, 8): die Fünfzähligkeit springt also in die Dreizähligkeit über. Die 3 Bündel der Centralplacenta treten in die Funiculi der 3 Ovula. An der Spitze sind die Narben nicht miteinander verwachsen, aber auch noch ziemlich viel tiefer liegen die zahnartig ineinander greifenden Begrenzungslinien nicht fest einander auf, sondern zeigen spaltenförmige Zwischenräume. Die die Spalten begrenzenden Zellen sind papillös vorgewölbt und weicht ihre Form ziemlich stark von dem umgebenden Gewebe ab. So entstcht ein dreistrahliger Stern (Fig. 6, 7, 8 in der Mitte), dessen Strahlen in der Mitte der Carpelle liegen. Das leitende Gewebe (*l*) flankiert unterhalb der Narbe diesen Stern (Fig 6), zieht sich dann in der tieferen Schicht an die Strahlenspitzen zurück, wo es in Form zweier Inseln rechts und links neben diesen liegt (Fig. 7), und bildet schliefslich eine die Strahlenspitze bedeckende Kappe (Fig. 8), auf diese Weise den Pollenschlauch direkt zu der sich unter den Strahlenspitzen öffnenden Ovularhöhle (Fig. 9) führend.

Die Ovula sind hängend, anatrop-epitrop.

In den Narbenpapillen der aufgeblüten Blüten der Droge findet man stets zahlreiche Pollenkörner, von denen einige bereits den Pollenschlauch ausgetrieben haben (Fig. 23).

Die Inflorescenzstiele führen einen Kranz von Bündeln um das grofszellige Mark (Fig. 38). In den Rippen liegt Collenchym. Die Kuticula der Epidermis ist grob gefaltet (Fig. 38, *ep.*).

Das Pulver.

Im Pulver sind namentlich die Pollenkörner (Fig. 22) in grofsen Mengen zu beobachten, ferner Fetzen der Antherenwand mit den Netzleistenzellen (Fig. 21) und der Kronenblätter (Fig. 17). Seltener sieht man die Elemente der Inflorescenzstiele, der Fruchtknotenwand und der Griffel.

Fruct. Sambuci.

Hollunderbeeren, Baies de Sureau, Elder fruit.

Der Fruchtknoten entwickelt sich zu einer tief violett gefärbten Drupa (Steinbeere) mit 2 (resp. 3) Samen (Fig. 24 und 25). Das Epicarp ist eine glatte Epidermis, die aus grofsen, einen violett-braunen Inhalt führenden Zellen besteht, die tafelförmig und etwas in die Länge gestreckt sind und eine rechtwinklig zu dieser Streckung gerichtete grobe Streifung (Faltung) der Kuticula erkennen lassen, was besonders nach Behandeln der Flächenschnitte mit Chloralhydratlösung schön hervortritt (Fig. 27). Die Falten laufen sehr regelmäfsig in fast gleichen Abständen (Fig. 26, *Falt*). Die Seitenwände der Epidermiszellen sind deutlich getüpfelt (Fig. 27). Spaltöffnungen trägt die Epidermis nur vereinzelt (Fig. 27, *st*). Das Mesocarp ist ein dickwandiges Parenchym, welches von zarten Bündeln durchzogen ist; besonders die Zellen der Epidermis, aber auch das Mesocarp-Parenchym sind mit braunem Inhalt versehen. Die Farbe wird auch von den Wandungen aufgenommen.

Das jeden Samen einzeln und eng umschliefsende Endocarp ist steinhart. Es lässt sich beim Herauspräparieren mit dem eingeschlossenen Samen leicht isolieren und erscheint alsdann runzlig; diese Runzeln erweisen sich bei mikroskopischer Untersuchung als buckelige Erhebungen von Sclereidenstreifen. Sein anatomischer Bau ist nämlich folgender. Zu äufserst liegt unter einer inhaltsfreien Parenchymreihe (Fig. 31 und 32, 1) eine Reihe von kurzen, verbogenen und ineinander eingeschobenen, radial gestreckten Sclereiden mit verzweigtem, spaltförmigem Lumen (Fig. 31, 2 und 35); querdurchschnitten (wie man sie auf Oberflächenschnitten sieht) erweisen sich dieselben als unregelmäfsig im Umrifs, miteinander verzahnt, mit sehr stark verdickten Membranen versehen (Fig. 32, 2). Der Querschnitt durch den Samen samt seiner Endocarpumhüllung zeigt, dafs diese Sclereiden verschieden lang sind. Dadurch, dafs neben Gruppen längerer Gruppen kürzere liegen, wird das Endocarp runzlig. Auf diese Sclereidenschicht folgt eine oder zwei Reihen von linksschief getüpfelten Bastfasern, die in der Längsrichtung des Samens gestreckt sind, auf Querschnittsbildern desselben also ihre rundlich-polyedrischen Querschnitte darbieten (Fig. 31, 3). Dann folgt eine ebenfalls meist ein- oder zweireihige Bastzellreihe, deren Zellen rechtwinklig zu jener gestreckt sind, also auf Querschnitten durch den Samen in der Längsansicht erscheinen (Fig. 31, 4). Die Bastzellen beider Schichten haben abgerundete, spitze oder gegabelte Enden und sehr enge Lumina. Durch die Gabelungen (Fig. 32, 33, 34), die meist erst nach Isolierung der Zellen durch Schultzesche Maceration hervortreten, sind diese Zellen fest miteinander verzahnt. Auch die äufserste Sclereidenreihe (Fig. 31, 2) ist durch Ausstülpungen (Fig. 35) mit der darunter liegenden Bastzellreihe verzahnt.

Sehr schön ist die Pectinmetamorphose der Membranen bei den Zellen des Fruchtfleisches zu beobachten. Die äufseren sind noch kaum gequollen, aber schon die zweite und dritte Zellreihe zeigt Wände, die im Wasser stark aufquellen, immerhin aber noch scharfe Konturen aufweisen. Die innersten Lagen verquellen vollkommen. Auch hier scheint die Pectin-(bez. Schleim-)Metamorphose ausschliefslich oder doch vorwiegend in der Intercellularsubstanz vorzugehen (Fig. 26), denn man sieht wohl noch Reste der sekundären Membran, nie aber mehr deutlich die primäre Membran.

Der Same ist von einer braunen Samenhaut umgeben, die aus 1—4 Reihen stark obliterierter dünnwandiger Zellen besteht (Nährschicht Fig. 31, 5), der Embryo liegt central im Endosperm (Fig. 29 u. 30). Embryo und Endosperm enthalten reichlich fettes Öl und Aleuronkörner. Letztere sind im Endosperm gröfser als im Embryo. Sie enthalten gut ausgebildete Kristalloide und kleine Globoide, oft zahlreiche sehr kleine Globoide neben einem grofsen Kristalloid (Fig. 37).

Bezüglich des Laubblattes (Fig. 39 u. 40) vergleiche den Text zur Thee-Tafel (S. 11).

Tafel 12.

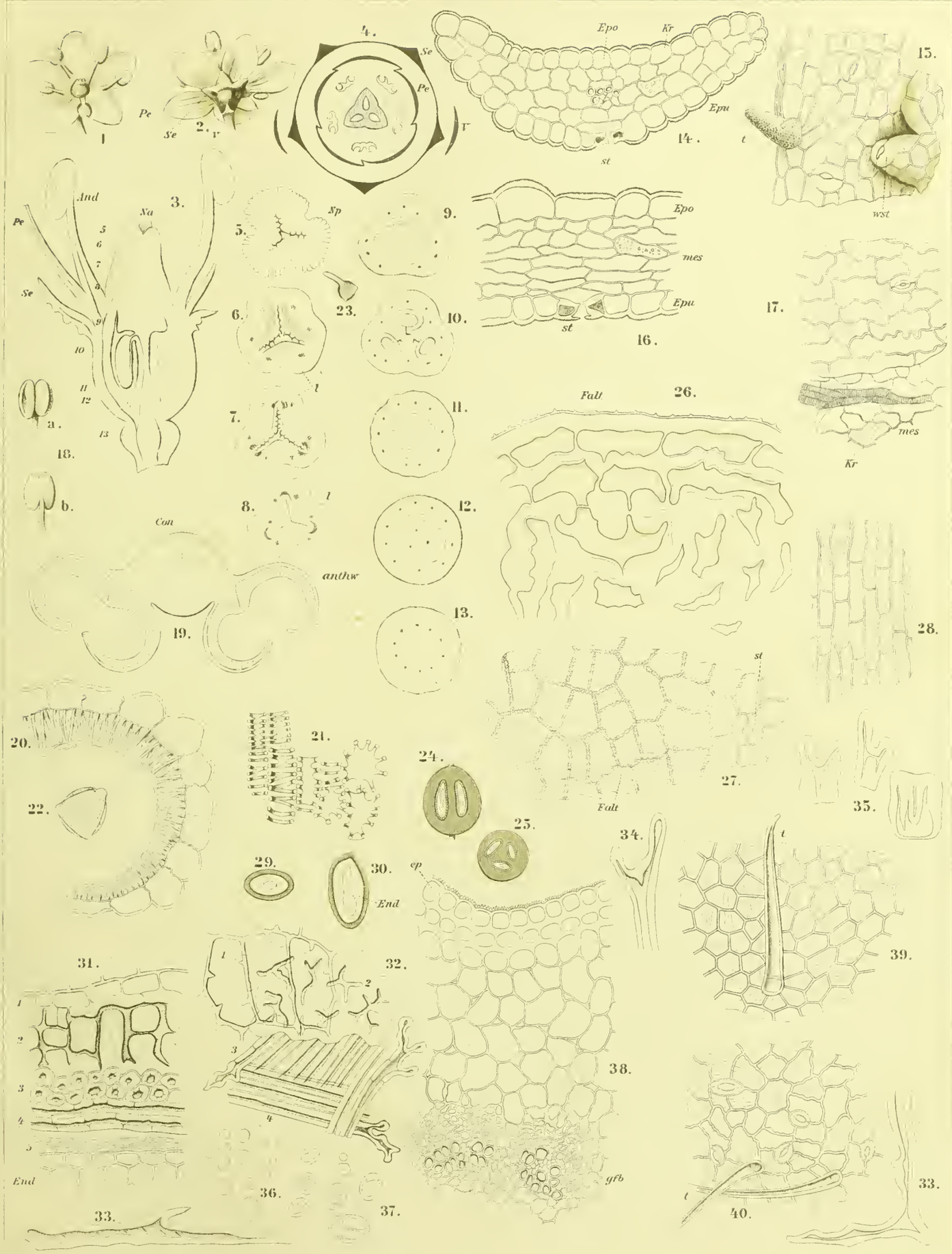
Erklärung der Abbildungen.

(Sambucus nigra.)

Fig. 1. Blüte von oben.
„ 2. Blüte von unten. *V* Vorblatt.
„ 3. Längsschnitt durch die Blüte.
„ 4. Diagramm der Blüte.
„ 5—13. Querschnitte durch den centralen Teil der Blüte von oben nach unten, 5 durch die Narbe, 6—8 durch den Griffel, 9—12 durch die Fruchtfächer, 13 durch die Basis. Die entsprechenden Stellen sind mit korrespondierenden Nummern in Fig. 3 bezeichnet.
„ 14. Querschnitt durch ein Kelchblatt oberhalb der Mitte.
„ 15. Flächenansicht der Kelchblattepidermis der Unterseite, an der Blattbasis.
„ 16. Querschnitt durch ein Kronenblatt.
„ 17. Flächenansicht der Kronenblattunterseite.
„ 18. Antheren. a Aufsenseite, b Innenseite.
„ 19. Querschnitt durch eine Anthere (schematisiert).
„ 20. Antherenwand, Querschnitt.
„ 21. Leistenschicht der Antherenwand (Endothecium), Flächenansicht.
„ 22. Pollenkorn.
Fig. 23. Pollenkorn, den Pollenschlauch austreibend, von der Narbe abgelöst.
„ 24. Frucht, Längsschnitt.
„ 25. Frucht, Querschnitt.
„ 26. Randpartie der Frucht (Epi- und Mesocarp), Querschnitt.
„ 27. Epidermis der Frucht, Flächenschnitt.
„ 28. Epidermis des Filamentes.
„ 29. Samen mit Endocarp, Querschnitt.
„ 30. Samen mit Endocarp, Längsschnitt (*End* Endosperm).
„ 31. Querschnitt durch das Endocarp und den Samenrand.
„ 32. Flächenschnitte durch das Endocarp. Die Zahlen 1—4 korrespondieren mit den entsprechenden in Fig. 31.
„ 33 u. 34. Bastzellen der Schichten 3 u. 4 (Fig. 31 u. 32), durch Maceration isoliert.
„ 35. Sclereiden aus der Schicht 2 (Fig. 31 u. 32), durch Maceration isoliert.
„ 36. Aleuronkörner in Alkohol.
„ 37. Aleuronkörner nach Zusatz von Wasser.
„ 38. Querschnitt durch den Inflorescenzstiel.
„ 39. Epidermis der Oberseite des Laubblattes.
„ 40. Epidermis der Unterseite des Laubblattes.

Sambucus.

Taf. 12.



Caryophylli.

Nelken. Gewürznelken. Clous de Girofle. Cloves.

Die Nelken des Handels sind die unaufgeblüten Blüten (Knospen) von Eugenia caryophyllata Thunb. (Jambosa Caryophyllus [Spreng.] Ndz.) Sie besitzen ein gestreckt cylindrisch keulenförmiges, mit dem Fruchtknoten verwachsenes Receptaculum, vier dreieckige dicke Kelchzähne, vier zusammengeneigte Kronenblätter, zahlreiche Staubfäden und einen Griffel (Fig. 1 u. 2). Frisch ist Receptaculum und Kelch karminrot, die Antheren gelb, die Korolle weiss. Beim Trocknen werden infolge Phlobaphenbildung (Nelkenrot) alle Teile rotbraun.

Durchschneidet man den soliden ungefächerten unteren Teil des Fruchtknotens, welchen Teil man gewöhnlich als Receptaculum (Hypanthium, Unterkelch) beschrieben hat, von unten beginnend in succedanen Querschnitten, so erhält man bis nahe unter die Anheftungsstelle der Kelchblätter nahezu dasselbe Bild. Eine breite peripherische Randpartie von glänzend brauner Farbe umgiebt einen helleren rehbraunen lückigen Kern. Nahe unter der Anheftungsstelle der Kelchblätter liegt die zweifächerige Fruchtknotenhöhle mit zahlreichen unausgebildeten Ovulis (Fig. 1 und 7) — etwa 20 in jedem Fach —, die an der Centralplacenta befestigt sind. Nach vorsichtigem Abpräparieren der Kronenblätter wird das Bündel zusammengeneigter Staubfäden, nach Abpräparieren der letzteren der Griffel sichtbar, um den ringsum ein viereckiger, als Nectarium zu betrachtender Discus liegt; die Ölbehälter sind auf dem Lupenbilde mit blofsem Auge sichtbar.

Das anatomische Bild*) eines Querschnittes durch den unteren Teil des Fruchtknotens, des sog. Receptaculums (Fig. 3), ist sehr charakteristisch.

Die Epidermiszellreihe besitzt Aufsenwände von einer enormen Dicke (13—14 mik), aber nicht sehr starker Kuticularisierung (*Ep*, Fig. 3.) Da und dort sieht man Spaltöffnungen (*st*), die nicht nur nicht eingesenkt, sondern im Gegenteil über die Epidermis emporgehoben erscheinen (Fig. 18) — ein Zeichen, dafs die Pflanze in einem feuchten Klima vorkommt. Die auf die Epidermis folgende Partie enthält, in dünnwandiges, radial gestrecktes Parenchym eingestreut, die in allen Teilen der Pflanze vorkommenden Ölbehälter in grofser Zahl (Fig. 3, *scb*), in doppelter oder dreifacher Reihe. Dieselben sind schizogen, wie alle Ölbehälter der Myrtaceen, im Querschnitt sehr entschieden radial gestreckt, im Längsschnitt rundlich-oval, also in der Längsrichtung nicht oder wenig gestreckt. Das sehr zartwandige Sezernierungsepithel ist 2 bis 3 Zellreihen breit, in der Droge oft zerrissen, das den Ölbehälter unmittelbar umgebende Gewebe im Sinne der Sezernierungszellen gestreckt (Fig. 23), dünnwandiger als das benachbarte Gewebe, nicht in Kali und conc. Salzsäure quellend und mit Phloroglucin-Salzsäure, ebenso wie das Sezernierungsepithel, die sog. Ligninreaktion gebend, also, wenn nicht „verholzt", so doch mit aromatischen Aldehyden infiltriert. Die Ölkanäle enthalten reichlich ätherisches Öl. Ihre Weite beträgt in radialer Richtung 100—230 mik, meist 170—215, in tangentialer 40—130 mik, die äufseren pflegen kleiner zu sein. Legt man einen Schnitt durch die Nelke zuerst in offic. Kalilauge und wäscht ihn nach etwa 1—2 Stunden mit Wasser aus, so ist das ganze Präparat übersät mit feinen Kristallnadeln und Nadelaggregaten von Eugenolkalium: $C_6H_3(C_3H_5)OCH_3OK$, besonders die Ölbehälter enthalten reichlich davon.

Je weiter nach innen, um so dickwandiger wird das Grundparenchym, um so mehr erscheinen die Zellen ungestreckt-rundlich und collenchymatisch (Fig. 3 und 5, *col*), um so reichlicher ist es durch Intercellularräume durchlüftet; auch Kalkoxalatdrusen treten nunmehr auf. Die Membranen aller Parenchymelemente sind durch Infiltration gebräunt. Alle Gewebselemente der Nelke geben an Membran und Inhalt (bes. nach Befeuchten mit Alkohol) mit Eisenchlorid eine tief-blaue Reaktion. Da auch das Eugenol diese Reaktion giebt, dies auch im Wasser sich etwas löst, so ist zunächst nicht zu unterscheiden, ob neben diesem auch sog. Gerbstoffe vorkommen oder die Eisenchloridreaktion ausschliefslich von jenem herrührt. Ich neige mich zu letzterer Ansicht hin, denn wenn man einen wässerigen Auszug der Nelken mit starker Kalilauge versetzt, das Eugenolkalium auskristallisieren läfst, filtriert und nach Übersättigen mit Salzsäure mit Eisenchlorid reagiert, so erhält man eine so schwache Reaktion, dafs dieselbe sehr wohl von nicht vollständig entferntem Eugenol herrühren kann und nicht auf begleitende Gerbstoffe bezogen zu werden braucht; wird ein wässeriger Nelkenauszug durch Äther gänzlich vom Eugenol befreit, so reagiert er auch nicht mehr auf Eisenchlorid. Das Eugenol ist durch Ätheralkohol nicht aus den Membranen zu entfernen. Die Blaufärbung tritt auch nach Behandlung der Schnitte mit Ätheralkohol hervor, wenn man Eisenchlorid zufliefsen lässt. Erst wenn man die Schnitte mit Kali und alkohol. Ammoniak digeriert hat, unterbleibt die Reaktion. Digerieren mit Wasser ist ohne Einfluss.

Auf eine Zone, die frei ist von Ölbehältern, folgt die Gefässbündel führende Partie. Die Bündel sind klein, aber individuenreich, ihre einzelnen Elemente sehr zart. Die spiralig verdickten Gefäfse (Fig. 5, *gf*) besitzen z. B. nur eine Weite von 4—11 mik. Von einer, meist nach innen zu liegenden, weitmaschigeren Siebpartie strahlen mehrere kleine, für gewöhnlich aus drei Gefäfsen bestehende Gefäfsreihen fächerartig aus (Fig. 3, *gfb*). An der Peripherie der von diesen gebildeten Halbkugel liegt der zarte äufsere Siebteil mit den Bastzellbelegen. Bisweilen werden aber auch die bicollateralen Bündel (Fig. 5) ganz konzentrisch, indem die oben erwähnten Gefäfsstrahlen von einem Punkte nach allen Seiten gehen. Der Gefäfsteil liegt alsdann konzentrisch um einen centralen Siebteil, der äufsere Siebteil peripherisch (Fig. 28, *gfb*). Be-

*) Am besten legt man die Nelken, bevor man sie untersucht, über Nacht in Wasser und dann einen Tag in Alkohol.

gleitet werden die Bündel von spindelförmigen, 300—400 mik langen Bastzellen, die in der Mitte sehr breit (40—46 mik) und mit weitem Lumen versehen sind, die sich aber nach oben und unten rasch verjüngen, dort relativ schmal sind und ein nur enges Lumen besitzen (Fig. 3 *B*, 5 *B* u. 6). Da diese Bastzellen sehr unregelmäfsig an die Bündel angelagert sind, so erhält man auf dem Querschnitte die verschiedensten Bilder nebeneinander, schmale Bastzellen mit engem Lumen (die Endigungen der Zellen) und weite Bastzellen mit relativ dünner Wand (die mittleren Partien der Zellen). Begleitet werden die Gefäfsbündel auch von kristallführenden Zellen, deren jede meist eine oder mehrere wohl ausgebildete Drusen enthält (Fig. 3). Die Bastzellen werden oftmals von Kristall-Kammerfasern begleitet (Fig. 5). In jeder Zelle derselben liegt ein kleiner Kristall.

An die Gefäfsbündel führende Zone schliefst sich nach innen zu eine aufserordentlich reich durchlüftete Partie, deren wenig in die Länge gestreckte Zellen oft zu einzelligen Reihen vereinigt sind und die grofse luftführende Räume zwischen sich lassen (Fig. 3 und 5, *int*). Auch in diesen Zellen finden sich oftmals Kalkoxalatdrusen.

Im Centrum des Organs liegt (Fig. 3) eine „Columella", bestehend aus einem, von einem schmalen, von Bastzellen begleiteten, Gefäfsbündelkreise umgebenen Mark, welches sehr reichlich Kalkoxalatdrusen enthält, meist in ganzen Gruppen benachbarter Zellen (Kristallzellnester). Dieser Centralkegel hat der Regel nach nur einen sehr geringen Durchmesser. — Die Anordnung der Gefäfsteile der kleinen Bündel in diesem Centralkegel tritt sehr schön bei Behandlung der Schnitte mit Phloroglucin-Salzsäure hervor, indem sich hierbei die kleinen Gefäfse rot färben. Dabei zeigt sich dann auch gleichzeitig, dafs nicht nur die Bastfasern lignisierte Wände besitzen, sondern die sogenannte Holzreaktion auch an den Wänden der Sezernierungszellen der Ölbehälter eintritt.

Durchschneidet man das Receptaculum unterhalb der Insertionsstelle der Kelchblätter, so wird die Fruchtknotenhöhlung deutlich (Fig. 7). Dieselbe ist zweifächerig, jede der ovalen, in der Richtung der Organsachse etwas gestreckten Kammern enthält zahlreiche unentwickelte und stark geschrumpfte anatrope Ovula, an central-wandständigen Placenten. Der Centralkegel des unteren Teiles des Receptaculums (die columella) läuft in die Querscheidewand aus.

Die Epidermis des Receptaculums zeigt, von der Fläche betrachtet, überall das gleiche Bild: kleine isodiametrische Zellen mit geraden Wandungen, dazwischen da und dort eine Spaltöffnung, emporgehoben über die Epidermis, daher bei höchster Einstellung am deutlichsten (Fig. 4).

Auch die Kelch- und Kronenblätter sind reich an grofsen schizogenen Ölbehältern. Die dicken, im Querschnitt halbmondförmigen Kelchblätter (Fig. 8) führen eine einfache Reihe derselben an der konvexen Aufsen-, d. h. der morphologischen Unterseite (Fig. 19), dann folgt eine Reihe von etwa 10 sehr zarten, von stumpfendigen Bastfasern (Fig. 21) begleiteten Gefäfsbündeln; die schwach konkave Blattunterseite enthält reichlich Collenchym und nur vereinzelte Ölbehälter (Fig. 8). Die Epidermiszellen sind auch hier aufsen stark verdickt. Auf der Unterseite liegen Spaltöffnungen (Fig. 22), etwas über die Epidermis emporgehoben (Fig. 18). Die Epidermiszellen der Oberseite und Unterseite gleichen denen des Receptaculums.

Die Kronenblätter führen in ihren dickeren Partien (in der Mitte und an der Basis) beiderseits grofse schizogene Ölbehälter (Fig. 15), an den dünnen Seitenpartien reichen dieselben sogar von Epidermis zu Epidermis, erstrecken sich also durch das ganze Mesophyll. Die Gefäfsbündel sind zart. Sie liegen in der mittleren Partie des Mesophylls. In Kelch und Krone sind Kalkoxalatdrusen häufig in den Zellen aufzufinden. Die Flächenansicht der Epidermiszellen ist bei Unterkelch und Kelch die gleiche, nur bei den Blättern der Korolle weicht sie etwas ab. Bei der Epidermis der Blattunter-(Aufsen-)Seite der Blumenblätter (Fig. 17) sind die Zellen nur wenig gestreckt, nicht wellig verbogen, sehr ähnlich denen des Kelches (Fig. 20 und 22), bei der Epidermis der Blattober- (Innen-) Seite der Blumenblätter dagegen sind die Zellen unregelmäfsig, bald gestreckt, bald wellig verbogen, bald schmal und kurz, bald gerade, bald gekrümmt (Fig. 16). Spaltöffnungen fehlen beiden Seiten.

Die Staubfäden sind in der Knospe bogenförmig nach innen gekrümmt. Sie tragen an der Spitze des Connectivs 1—2 grofse schizogene Ölbehälter (Fig. 11), aber auch an den Seiten und der Basis der Antheren kommen da und dort Ölbehälter vor (Fig. 12). Die introrsen Antheren sind auf dem Rücken dem Filamente angeheftet (Fig. 11 b). Zerdrückt man sie mit dem Deckgläschen, so treten unzählige rundlich-tetraedrische Pollenkörner hervor, deren 3 Poren an den Ecken des Tetraeders liegen (Fig. 12 a). Die Gröfse der Pollenkörner beträgt ca. 15 mik. Die Filamente enthalten ebenfalls einige Ölbehälter, das Parenchym derselben zahlreiche Oxalatdrusen (meist in Kristallkammerfasern); in der Mitte verläuft ein zartes Bündel mit engen Spiralgefäfsen. Die fibröse Schicht, das Endothecium der Antheren, zeigt die typischen, von der Zellbasis nach oben verlaufenden Leisten (Fig. 12, 13, 14). Die Kuticula der gestreckten Epidermiszellen des Filamentes ist gefaltet (Fig. 18 a). Selbst der fädige Griffel enthält Ölbehälter. Ein Kreis weiter, radialgestreckter Ölbehälter liegt rings an der Peripherie desselben, bis tief ins Gewebe hineinragend (Fig. 10). Der Centralkanal im oberen Teile des Griffels ist in der Droge sehr wohl ausgebildet. Tiefer unten liegt im Centrum das leitende Gewebe (*l*, Fig. 10), rings um dasselbe ein Kranz Oxalatzellen, dann ein Kranz kleiner Gefäfsbündel (*gfb* in Fig. 10). An der Spitze des Griffels ist die sehr dicke Epidermis inselartig unterbrochen, so dafs an der Griffelspitze, die Narbe markierend, ein Höcker zarten Gewebes liegt, der zum leitenden Gewebe hin führt (Fig. 9).

Wie ersichtlich, findet also der aufsergewöhnlich hohe Ölgehalt der Nelken seine Erklärung in einer aufsergewöhnlich grofsen Zahl von Ölbehältern in allen Teilen der Knospe.

Läfst man Nelken, nachdem sie in Wasser aufgeweicht wurden, längere Zeit in Alkohol liegen, so kristallisiert Caryophyllin ($C_{40}H_{64}O_4$) in langen, nadelförmigen, zu Büscheln vereinigten Prismen auf der Oberfläche der Nelken aus.

Das Pulver.

Das reine Pulvis subtilissimus der Apotheken ist leicht durch folgende Dinge zu identifizieren: durch die oben beschriebenen Bastzellen (Fig. 6), die meist noch ganz oder nahezu ganz erhalten sind (man mufs sie messen!), durch die blauschwarze Reaktion, die alle parenchymatischen, meist stark zertrümmerten Elemente mit Eisenchlorid annehmen, durch die überall im Präparat verbreiteten Pollenkörner (Fig. 12 a), die zarten Tracheen, die Gefäfsbündelchen, die Epidermis mit den Spaltöffnungen, die zahlreichen kleinen, meist zertrümmerten Oxalatdrusen, sowie endlich durch die Abwesenheit von Sclereiden, gleichviel welcher Form, sowie von Stärke. Nach Behandlung mit Kalilauge oder Chloralhydrat treten auch mehr oder weniger grofse Fetzen von durchlüftetem Parenchym deutlich hervor, oft mit anhängenden Gefäfsbündelresten und kristallführenden Kammerfasern. Relativ selten erkennt man im Parenchym noch wohlerhaltene Ölbehälter (am besten nach Behandeln mit Phloroglucin). Von dem Vorhandensein von Oxalatkristallsplittern kann man sich auch durch das Polarisationsmikroskop und die Gipsnadelbildung bei Zusatz conc. Schwefelsäure überzeugen. Trägt man das Pulver in Kalilauge ein, so kristallisiert allenthalben Eugenol-Kalium ($C_{10}H_{11}KO_2$) in langen, oft strahlig angeordneten Nadeln heraus. Die Reaktion gelingt besonders dann, wenn man nicht zu starke (offizinelle) Kalilauge anwendet, einige Stunden in derselben liegen läfst und dann mit Wasser vorsichtig auswäscht. Durch Eisenchlorid färben sich alle Teile des Pulvers, selbst die kleinsten Fragmente, schwarzblau, wohl wegen völliger Durchtränkung des ganzen Pulvers mit Eugenol.

Die Nelkenstiele.

Nelkenstiele oder Nelkenholz nennt man die Achsen der dichasialen, schirmrispigen Infloreszenz von Eugenia caryophyllata Thunb. Die Anheftungsstelle der Blüte ist durch zwei kleine spitzchenförmige, opponierte Vorblätter markiert. Das centrale im Querschnitt gestreckt ovale Markparenchym der Nelkenstiele ist von einem gleichfalls gestreckt ovalen Holzcylinder umgeben (Fig. 34), der sowohl auf der Aufsen- wie der Innenseite Bastzellen und sowohl aussen wie innen Siebelemente — rinden- und markständiges Phloëm, also bikollaterale Bündel — besitzt (Fig. 35, *sb*). Vor dem äusseren Siebteile liegt ein sehr lückiger gemischter Ring mit vielen Bastzellen und wenigen Sclereiden und aufserhalb dieses in der sog. Mittelrinde (Fig. 35) viele grofse, oftmals nicht allseitig gleichmäfsig verdickte, sondern an der einen Seite (besonders aufsen) unverdickt bleibende, überhaupt sehr unregelmäfsige Sclereiden (Fig. 35, *scl* und 36 1—11). In dem unmittelbar unter der Blüte sitzenden kurzen Internodium sind diese Sclereiden noch nicht oder doch nur andeutungsweise als dünnwandige Zellen wahrzunehmen; im dritten Internodium aber schon sehr deutlich, noch schöner im vierten (Fig. 35). Man wird also bei der Prüfung des Nelkenpulvers auf Nelkenstiele stets in erster Linie auf Sclereiden zu fahnden haben, die den Nelken selbst und dem jüngsten, der Nelke oft noch ansitzenden, kurzen Internodium gänzlich fehlen. Das Parenchym enthält eisengrünenden Gerbstoff.

Unter der, der Epidermis des Hypanthiums ähnlichen, Spaltöffnungen führenden, Epidermis liegt eine Reihe von grofsen schizogenen Ölbehältern, die ganz so gebaut sind wie die Ölbehälter der Nelken selbst, d. h. rundlich-kugelig und in der Organsachse nicht gestreckt sind. Bei Behandeln von Abschnitzeln der Nelkenstiele mit Schultzeschem Gemisch lösen sich dieselben mit ihrer Umgebung als kugelige Gebilde heraus und sind leicht aufzufinden. Auf die gleiche Weise kann man auch die Ölbehälter der Nelke samt den sie umgebenden, die Phloroglucinreaktion (s. oben S. 47) zeigenden Zellen aus dem Gewebe herauslösen. Bei dieser Behandlung werden die Sclereiden (von dem kochenden Gemisch) leicht angegriffen, indem sich die, nun in ihrer Schichtung deutlich hervortretende, Membran zu lösen beginnt, die Bastzellen und Gefäfse werden isoliert und sind nun leicht zu charakterisieren. Man sieht, dafs der Holzkörper sowohl Spiralgefäfse (im primären Holz) als leiterförmig getüpfelte (im sekundären Holz) führt — letztere fehlen den Nelken stets! —, und dafs die 8—26 mik dicken und sehr verschieden (bis 0,5 mm) langen Bastfasern knorrig gebaut und mit bald stumpfen, bald knorrigen Enden versehen sind.

Das Pulver.

Im Pulver der Nelkenstiele fallen sofort die sehr charakteristischen, meist isodiametrischen Selereiden und die ungewöhnlich zahlreichen knorrigen Bastzellen auf. Daneben finden sich reichlich Leiter- und Netz-Tracheen und Markparenchym. Das Pulver der Nelkenstiele ist also sehr leicht von dem der Nelken zu unterscheiden.

Antophylli.

Blühen die Nelkenknospen auf, so werden zunächst die Blütenblätter abgeworfen, dann fallen nach erfolgter Befruchtung die Staubfäden ab und nun entwickelt sich der Same. Von den ca. 40 Ovulis in den zwei Fächern des Fruchtknotens wird nur eins befruchtet und entwickelt sich zum Samen, die übrigen abortieren. Dieser eine Same aber vergröfsert sich stark, füllt nicht nur rasch das eine Fruchtfach ganz aus, sondern drängt auch bald das zweite samt den Samenknospen beiseite, dringt nach unten vor, drückt die Kolumella (s. oben) an die Wand und das reich durchlüftete, die Kolumella umgebende Gewebe zusammen und füllt endlich die ganze Höhlung der, nunmehr von den vier zusammen geneigten Kelchblättern und zwischen diesen mit dem (den Griffel tragenden) Discus bekrönten, Frucht aus (Fig. 24). An der reifen, 2—3 cm langen und 5—10 mm dicken, bauchigen Frucht giebt es also nicht, wie bei der Knospe, einen soliden unteren und einen gefächerten oberen Teil des Fruchtknotens, sondern nur eine Höhlung. Das ist auch der Grund, weshalb ich den soliden basalen Teil der Nelke nicht als Receptaculum im eigentlichen Sinne auffassen kann. Die Antophylli (Muternelken) sind die reifen Früchte der Nelke.

Die Fruchtwand (Fruchtschale) zeigt im grofsen und ganzen den gleichen Bau, wie die peripherische Partie der Nelke (Fig. 28). Die Epidermis gleicht ganz der der Nelke. Dann folgt die Ölbehälter (*scb*) führende Schicht. Dieselbe enthält, da nach der Befruchtung der Ovula neue Ölbehälter nicht angelegt werden, das Grundgewebe sich aber, dem Drucke des sich entwickelnden Samens folgend, durch Teilung der Zellen

KING'S COLLEGE LONDON

stark vergrößert, auf der gleichen Fläche weniger Ölbehälter als die Nelke. Das auf diese Zone nach innen folgende Gewebe ist durchweg völlig verbogen und mehr oder weniger obliteriert, am stärksten die innersten Schichten (*obl* in Fig. 28), die das reichdurchlüftete Gewebe (um die Kolumella) darstellen. Der sich entwickelnde und dabei stark vergrössernde Same drückt eben die Fruchtwand stark zusammen. Eine Veränderung im positiven Sinne, d. h. Veränderung und Umbildung vorhandener und Bildung neuer Elemente, findet nur in der Gefäfsbündelzone statt. Unter den Gefäfsen des Holzteiles der Bündelchen finden sich nunmehr auch leitergetüpfelte und die Zahl der die Bündel begleitenden Bastfasern ist stark vergrössert (Fig. 28 *B* um *gfb*). Diese Bastfasern besitzen eine Dicke von 15—55 mik, sind deutlich geschichtet, meist stark verdickt und von einer aufserordentlichen Mannigfaltigkeit der Form (Fig. 29, *a—k*). Bald sind sie gerade stabförmig und stumpfendig, bald sind die Enden, ja die ganze Zelle knorrig, knochenförmig oder buckelig, bald ist die Zelle lang, bald kurz und buchtig im Umrifs. Die meisten haben linksschiefe Spaltentüpfel, die kürzesten bez. nur wenig gestreckten bisweilen rundliche. Letztere allein besäfsen also den Charakter von Sclereiden. Doch giebt es Übergänge und nirgends sind diese Übergänge von echten Bastfasern zu Sclereiden schöner als gerade hier zu beobachten. Im Parenchym finden sich grofse Oxalatdrusen.

Der Same besteht nur aus den beiden grofsen Kotyledonen, die auf der Berührungsfläche nicht mit ebener Fläche sich berühren, sondern gefaltet und gekrümmt sind (Fig. 25—27). Die korrespondierenden Flächen greifen ineinander. Die zwischen den beiden Kotyledonen liegende Radicula ist über 1 cm lang, die Plumula halb so lang (Fig. 27 und 30, *rad.* und *pl*).

Das Grundgewebe der Kotyledonen ist ziemlich dickwandig, besonders an den Ecken sind die Zellen collenchymatisch verdickt (Fig. 32), dabei deutlich getüpfelt (Fig. 31 und 32). Sie sind vollgepfropft mit Stärke. Die bisweilen undeutlich geschichteten Körner derselben sind von sehr ungleichmäfsiger Form, gestreckt oblonge wechseln mit rhombischen und sackförmigen, stabförmige mit rundlichen; einige sind genabelt (Fig. 33). Zusammengesetzte fehlen entweder ganz oder sind doch sehr selten, dagegen findet man in vielen Körnern abgeflachte Stellen, von denen man im ersten Moment meinen sollte, es seien die Stellen, wo andere Körner ansafsen. Behandelt man den Schnitt jedoch mit Jod, so sieht man, dafs den Körnern an jenen Stellen kleine lappige Gebilde anhängen. Ich halte diese für die Reste von Stärkebildnern. Viele Körner haben einen 2- bez. 3-strahligen kleinen Spalt. Ihre Länge beträgt im Durchschnitt 30—38 mik, die kleinsten sind 7 mik Neben diesen Stärkekörnern enthält das Grundgewebe reichlich Drusen von Kalkoxalat, jede Druse ist mit einer Haut umgeben. Durchzogen wird das Grundparenchym von zahlreichen, Tracheen führenden Nervenbündeln. In der Peripherie des Samens liegt eine Reihe von Ölbehältern (Fig. 31). Sekretbehälter in Reservestoffbehältern sind sonst selten.

Die Epidermis ist kleinzellig. Sie gleicht der des Nelkenfruchtknotens, nur über den Ölbehältern ist sie abweichend gebaut. Hier sind ihre Zellen meist gröfser und dünnwandiger.

Auch die Radicula enthält Kalkoxalat und ihr Grundparenchym ist mit Stärke vollgepfropft, doch sind die Körner der letzteren kleiner als in den Kotyledonen, meist nur 6—12 mik lang. Auch in der Radicula findet sich eine Reihe peripherisch gelagerter Ölbehälter.

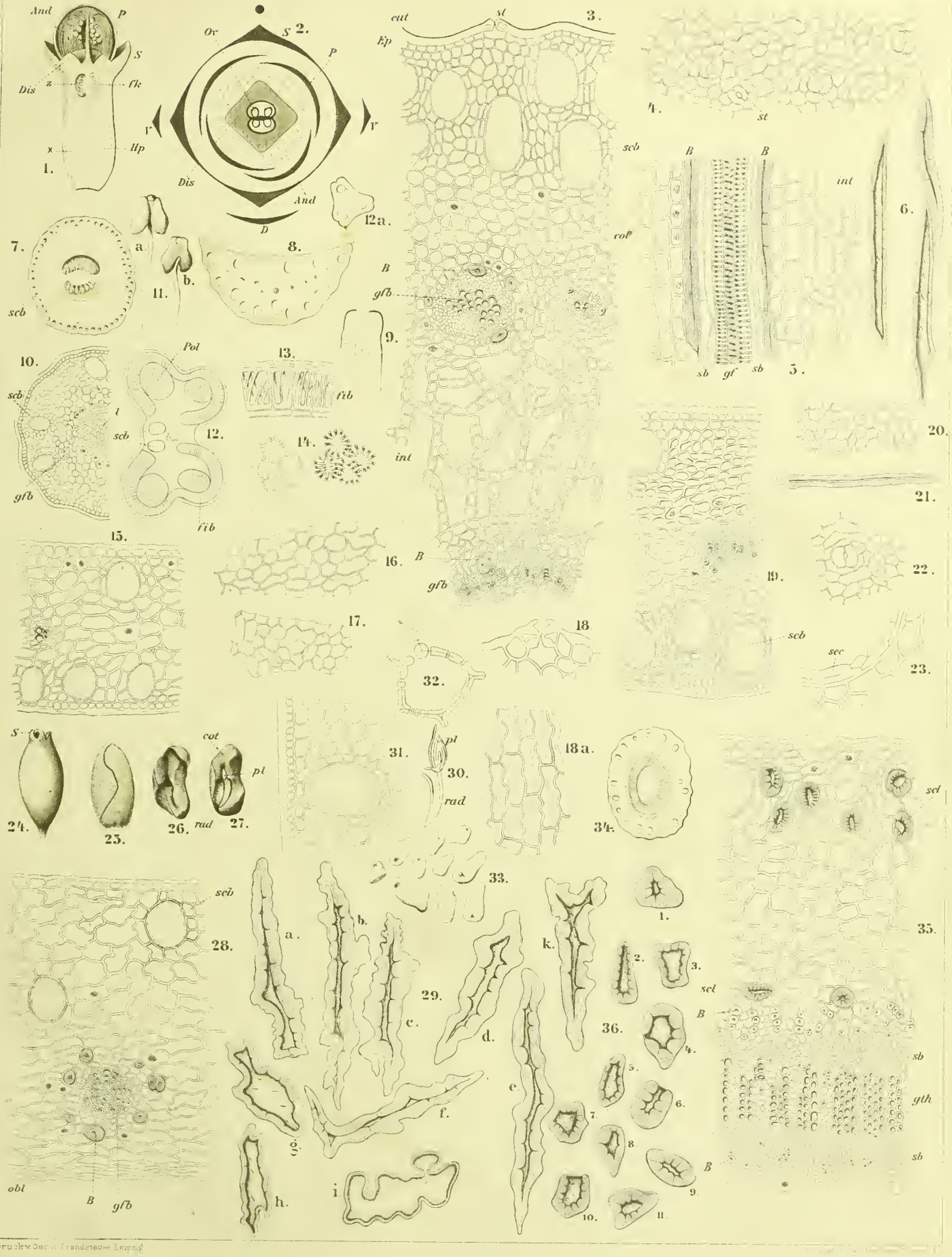
Das Pulver.

Im Pulver der Mutternelken walten die charakteristischen Stärkekörner (Fig. 33) vor, daneben findet man die nicht minder charakteristischen Bastfasern (Fig. 29). — Auch Fragmente der Oxalatdrusen sind deutlich.

Tafel 13.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Längsschnitt durch eine Blütenknospe von Eugenia caryophyllata Thunb.
„ 2. Diagramm der Nelkenblüte.
„ 3. Querschnitt durch den basalen Teil des Fruchtknotens (Receptaculums, Hypanthiums) bei *c* Fig. 1.
„ 4. Epidermis des Fruchtknotens, Flächenansicht (die Ölbehälter scheinen durch).
„ 5. Längsschnitt durch ein Gefäfsbündel des Fruchtknotens nebst benachbartem Gewebe.
„ 6. Bastfasern aus der Nelke (Hypanthium).
„ 7. Querschnitt durch den Fruchtknoten bei *x* in Fig. 1 (Lupenbild).
„ 8. Querschnitt durch ein Kelchblatt (Lupenbild).
„ 9. Griffelspitze, Längsschnitt.
„ 10. Griffel, Querschnitt.
„ 11a. Staubfäden von vorn, 11b von hinten.
„ 12. Querschnitt durch den basalen Teil der Anthere (schematisiert).
„ 13. Querschnitt durch die Antherenwand.
„ 14. Zellen der fibrösen Schicht, von der Fläche gesehen.
„ 15. Querschnitt durch ein Korollenblatt.
„ 16. Epidermis der Oberseite der Korolle.
Fig. 17. Epidermis der Unterseite der Korolle.
„ 18. Spaltöffnung eines Kelchblattes, Querschnitt.
„ 19. Querschnitt durch ein Kelchblatt.
„ 20. Epidermis der Oberseite des Kelchblattes.
„ 21. Bastzellen aus der Nachbarschaft der Bündel des Kelchblattes.
„ 22. Epidermis der Unterseite des Kelchblattes, Fig. 16, 17, 20, 22 Flächenansichten.
„ 23. Teil des Randes eines Sekretbehälters aus dem Kelch.
„ 24. Reife Frucht (Antophylli).
„ 25. Same herausgelöst.
„ 26 u. 27. Same in die beiden Kotyledonen zerlegt.
„ 28. Querschnitt durch die Fruchtwand (Antophylli).
„ 29. *a—k* Bastzellen der Fruchtwand.
„ 30. Keimling des Samens: Plumula und Radicula.
„ 31. Querschnitt durch die Randpartie des Samens.
„ 32. Zelle aus dem Kotyledonargewebe.
„ 33. Stärkekörner des Samens.
„ 34. Querschnitt durch den Nelkenstiel (Lupenbild).
„ 35. Querschnitt durch das vierte Internodium der Nelkeninfloreszenz (Nelkenstiele).
„ 36. Sclereiden aus den Nelkenstielen (isoliert).



Druck v. Oscar Brandstetter Leipzig

Fruct. anisi vulgar.

Anis, Anis vert, Anise fruit.

Die Früchte des Anis (Pimpinella Anisum L.) entstehen aus einem unterständigen Fruchtknoten, dem unteren Teile des aus 2 Carpellen und der terminalen Meristemregion der Blütenachse entstandenen Stempels. Die Basis jeder der 2 Griffel ist zu einem polsterartigen Discus (Nectarium) verdickt. Unter diesem Discus sind die 5 Kelchblätter inseriert. Der Fruchtknoten zeigt 10 Rippen (Hauptrippen, Nebenrippen fehlen), von denen 2 Commissuralrippen und 3 Rückenrippen den Kelchblättern superponiert sind, die übrigen 5 alternieren unregelmäfsig mit den Sepalis, unregelmäfsig, weil die Rippen nicht gleichweit voneinander entfernt sind, die 4 Commissuralrippen einander genähert und die Rückenrippen durch gröfsere (aber gleichbreite) Zwischenräume getrennt sind — welche Verhältnisse beim Fenchel noch schärfer hervortreten (Fig. 19). In jedem der 2 Fruchtfächer werden 2 Ovula angelegt. In jedem Fache entwickelt sich aber nur 1 Ovulum, das andere abortiert (Fig. 3, *ab*). Die Ovula haben nur 1 Integument. Die Früchte (Schizocarpien) des Anis sind bei der Droge der Regel nach nicht in die Mericarpien zerfallen, sondern hängen noch an der Commissur (Fig. 4, *com*) (wenigstens am Rande derselben) zusammen. Meist sitzt ihnen noch der Fruchtstiel (Infloreszenzstiel) an (Fig. 1 u. 2). Bekrönt sind sie mit dem, bei der Blüte als Nectarien fungierenden, kurzen Stylopodium. Die Griffel (Fig. 3) sind meist abgebrochen.

Das Lupenbild des Querschnittes des Schizocarps ist fast rund, wenigstens nur wenig rechtwinklig zur Commissur zusammengedrückt (Fig. 4). Die Rippen (Costae, *cost* Fig. 4 und 5) treten wenig hervor. Die Fruchtwand ist dünn, der an der Commissuralseite wellig eingebuchtete, halbmondförmige Same relativ grofs. An der Commissur pflegt bei der Droge das Gewebe der Raphe (Fig. 4, *Ra*) sich durch Schrumpfen des Samens vom Pericarp abzulösen, so dafs dort ein Hohlraum entsteht (Fig. 4, *H*).

Die Epidermis der verhältnismäfsig dünnen Fruchtschale der Mericarpien ist in der Mehrzahl der Zellen in kurze Trichome ausgestülpt (Fig. 5). Spaltöffnungen (Fig. 6, *st*) sind selten. Diese für die Anisfrucht besonders charakteristischen, nur den Commissuralflächen natürlich fehlenden Haarbildungen sind entweder kurz kegelförmig, mit abgerundeter Spitze oder gestreckt kegelförmig mit hakenförmig gebogener Spitze oder endlich gerade (Fig. 5, 6 und 9). Sie besitzen in der Regel eine Länge von 27—155 mik (kürzere und längere kommen vor) und in der Mitte eine Dicke von 10—30 mik. Ihre Basis ist, soweit sie in der Epidermis steckt, also an benachbarte Zellen grenzt, dünn, verdickt sich aber nach aufsen zu stark, so dafs das kegelförmig nach oben verjüngte Lumen oft linienförmig endet. Die sehr dicke, bisweilen deutlich geschichtete Wandung ist innen glatt, aufsen dagegen mit sehr zahlreichen kleinen, gestreckt ovalen Kuticularwärzchen besetzt (centrifugale Wandverdickungen). Meist sind die Haare einzellig, doch sind die gröfseren bisweilen durch eine zarte Querwand geteilt (Fig. 6) oder im basalen Teile mehrfach gefächert (Fig. 9). Unter der an der Aufsenwand verdickten, einige Spaltöffnungen tragenden (Fig. 6) Epidermis folgen wenige Reihen eines zartwandigen Parenchyms, dessen Zellen keine Netzverdickungen, wie beim Fenchel, erkennen lassen. Die flachen, nur wenig hervortretenden, bei der Droge bisweilen wellig verlaufenden Rippen — 3 auf dem Rücken, 2 an den Commissuralkanten jedes Mericarps — führen kleine, individuenarme Gefäfsbündel (*gfb*, Fig. 5), die aus einem relativ mächtigen, central gelegenen, unregelmäfsigen Bastzellstrange, einem besonders von Spiralgefäfsen gebildeten Holzstrange und 1—2 (oben und aufsen) peripherisch angelagerten Siebbündelchen bestehen. Die Bastzellen sind stumpfendig (Fig. 7).

Die rundlichen, ovalen oder (meist) gestreckt ovalen Vittae sind nicht auf die Thälchen beschränkt, sondern liegen in einer kontinuierlichen Reihe rings um jeden Samen herum, sowohl in den breiten Thälchen als unter den Rippen, als an der Commissur (Fig. 4 und 5). Ich zähle 35—47 Vittae an jedem Mericarp. Es sind schizogene Sekretbehälter, das Sezernierungsepithel ist undeutlich, oft zu einem braunen Streifen geschrumpft, auf der Flächenansicht aber meist deutlich (*sec*, Fig. 8 u. 12). Die Kanäle sind meist nur schmal, im längsten Durchmesser 25—100 mik, meist ca. 70 mik, aber meist so lang wie die Frucht, also fruchteigen (einige treten sogar bis in das Stylopodium und den Griffel ein), im Längsverlaufe verschieden weit und stets gefächert (Fig. 12); die weitesten findet man an der Commissuralfläche, wo oft nur zwei ungewöhnlich grofse neben zwei kleineren liegen. Sie sind ausgekleidet mit einem in Schultzescher Flüssigkeit unlöslichen Belege (resinogene Schicht). Beim Herauspräparieren der Belege aus mit Schultzeschem Gemisch behandelten Früchten sieht man oft Gabelungen der Ölbehälter (Fig. 12). Der Beleg zeigt Vacuolen und Netze (Fig. 12 und 13).

Die innerste Schicht der Fruchtschale besteht aus einer Schicht im Querschnitt stark tangentialgestreckter Zellen, die niedrig sind, in der Flächenansicht die Ölkanäle rechtwinklig schneiden und schlauchförmig quergestreckt erscheinen, wie die Querzellen der Cerealienfrüchte (Fig. 8). Die dem Carpophor benachbarten Zellen der inneren Fruchtschalenepidermis sind grob getüpfelt oder netzleistenförmig verdickt (Fig. 10 u. Fig. 11, *x*). Auch die benachbarten Zellen der Fruchtwand

sind oft verdickt und getüpfelt (Fig. 11). Commissuralbündel fehlen dem Anis. Das Carpophor besteht aus Bastzellen.

Die dem Samen anhaftende Samenhaut (Samenschale) besteht zu äufserst aus einer Reihe im Querschnitt quadratischer, in der Flächenansicht polyedrisch-isodiametrischer Zellen (*x*, Fig. 5 u. 14). Die innere Schicht (*N*, Fig. 14) wird von mehreren Reihen obliterierter Zellen gebildet und ist als (zusammengefallene) Nährschicht anzusprechen. Beide Schichten entstehen aus dem einzigen Integument des Ovulums. An der Commissuralfläche ist das Gewebe der Samenschale mehrschichtig (Fig. 14). Dort verläuft ein an trachealen Elementen reiches Raphebündel (*Ra*, Fig. 4).

Das Endosperm (*End*, Fig. 5) besitzt den typischen Bau. Seine dickwandigen Zellen enthalten reichlich Aleuronkörner und fettes Öl. Die gleichen Bestandteile führt der Embryo. Die 1,5—15 mik (meist ca. 6 mik) grofsen Aleuronkörner führen entweder kleine Globoide oder (die Mehrzahl) Kalkoxalatkristalle. Letztere sind meist Drusen mit einer kleinen centralen Luftblase (Fig. 5a), aber auch rhombische Tafeln kommen vor. Diese Kristalle kann man sich vortrefflich sichtbar machen, wenn man den durch Einlegen in Alkohol entfetteten Schnitt in Chloralhydrat legt. Bei successiver Behandlung des entfetteten Schnittes mit Kali und Essigsäure bleiben sie als korrodiertes Skelett zurück (Fig. 5b). Im Embryo sind die Aleuronkörner kleiner als im Endosperm, die dicken Membranen der Endospermzellen werden bei der Keimung resorbiert (Reservecellulose). Im oberen Teile des Samens liegt der Keimling (*Em*, Fig. 2). Die Radicula ist nach oben (dem Mikropylarende des Ovulums zu) gerichtet, die Kotyledonen nach unten. Letztere liegen nicht ganz aufeinander, sondern decken sich nur zur Hälfte (Fig. 15). Das rings um den Keimling liegende und im Centrum des Endosperms liegende Gewebe ist dünnwandig und verschleimt (Quellschicht). Durch dasselbe werden die Reservestoffe bei der Keimung dem Samen zugeführt (*Qs*, Fig. 15).

Der Quersehnitt durch den Frucht- oder Inflorescenzstiel ist fast rund. Auf eine Epidermis, die eine deutlich gestreifte und demgemäfs im Quersehnitt wellige Kuticula besitzt, folgt eine dünne Rinde. Im Centrum liegt ein relativ mächtiger dreistrahliger Bastzellcylinder, der in seinen drei tiefen Einbuchtungen je ein kleines Gefäfsbündel führt. Der Fruchtstiel ist also zugfest gebaut. Die zahlreichen deutlich linksschief getüpfelten Bastzellen haben keine spitzen, sondern gerade abgestutzte Enden.

Das Pulver.

Das Pulver des Anis ist durch drei Eigentümlichkeiten ausgezeichnet und daran leicht zu erkennen: die ekarakteristischen kurzen, warzigen Härchen (oder deren Fragmente), die zahlreichen, bes. bei Anwendung des Polarisationsmikroskopes deutlichen Kalkoxalatdrusen der Aleuronkörner mit ihrer kleinen, lufterfüllten, daher schwarz erscheinenden Centralhöhle und die sehr charakteristische, sklerotisierte innere Epidermis der Fruchtschale an der mittleren Partie der Commissur. Auffallend ist auch die grofse Menge von Endospermfetzen und Fragmenten der Fruchtstiele. Die Bündel der Costae treten ganz in den Hintergrund. Bei Behandeln mit Chloral sieht man die Fragmente der Vittabelege.

Fruct. foeniculi.

Fenchel, Fruit de Fenouil, Fennel fruit.

Die Schizocarpien des Fenchel (Foeniculum capillaceum Gilb.) zerfallen nur relativ schwer in die beiden Mericarpien, daher findet man in der Droge noch oft die vollständige Teilfrucht samt ihrem Stiel. Die Schizocarpien des gewöhnlichen (deutschen) Fenchel sind 5—9 mm lang und 2—3 mm breit, im Querschnitt nahezu rund. Der römische Fenchel ist länger, bis 12 mm. Am stärksten treten die Costae beim römischen Fenchel (Fig. 20), am wenigsten beim Puglieser (Fig. 21) hervor, der deutsche Fenchel (Fig. 19) hält die Mitte. An der Spitze jedes der Mericarpien sitzt der oft abgebrochene, nach aufsen gebogene Griffel auf einem dicken Stylopodium (Griffelpolster).

Anatomisch gleicht der deutsche dem römischen Fenchel. Das Lupenbild des Querschnittes läfst sowohl die Costae wie die interkostalen Valleculae mit den grofsen Ölbehältern deutlich erkennen (Fig. 19—21). Das helle Samen-Endosperm hebt sich von der peripherischen braunen Fruchtschale charakteristisch ab. Die Fruchtschale jedes der 2 Mericarpien besitzt 5 Costae.

In jeder dieser Costae liegt ein Bündelchen (Fig. 28), welches aus einigen, 4—6 mik breiten Spiral- (und Ring-) Tracheen (Fig. 25, *gf*) und sehr schmalen (2—3 mik breiten), stark getüpfelten Tracheiden, einer oder mehreren, meist zwei Gruppen zarter, in der Droge oft geschwundener Phloëmelemente — ein Fall von Phloëmspaltung durch Bastgruppen (Angew. Anatomie S. 297) —, in die beim römischen Fenchel bisweilen ein kleiner schizogener Ölbehälter eingebettet ist, der nicht fruchteigen ist, sondern mit den Stengelgängen in Verbindung zu stehen scheint, und einem breiten Streifen linksschief getüpfelter Bastzellen (*B*, Fig. 28) gebildet wird. Rings um das Bündel, besonders reichlich an der Innenseite desselben, liegen grofse Parenchymzellen mit netzleistenförmigen Verdickungen (Fig. 22 und 24), die auch die Hauptmasse des Mesocarps ausmachen. Sie gehen ganz allmählich in die Bastzellen über (Fig. 24). Die Zellen der Epidermis sind nicht sehr stark verdickt, Spaltöffnungen selten (Fig. 23). In den interkostalen Thälchen oder valleculis liegen grofse ovale Ölstriemen (vittae), die als intercellulare oder schizogene Sekretbehälter zu betrachten sind (*Vi*, Fig. 28). Sie sind lang, aber (wie auch beim Anis) im Verlaufe nicht gleichbreit,

bald aufgetrieben, bald verschmälert (Fig. 30, vergl. auch Fig. 8 und 12). Sie führen in der frischen Droge ein farbloses Öl, in älterer einen spröden bräunlichen Harzklumpen oder sind ganz leer und ihr Inhalt ist in die Membranen der benachbarten Zellen übergetreten und hat diese mit einer braunen Harzmasse infiltrirt, die selbst durch anhaltendes Kochen mit Alkohol nicht daraus zu entfernen ist. Auch dort, wo der Kanal noch Harz oder Öl enthält, pflegt diese Infiltration in die Membranen aller dem Kanal benachbarten Zellen, besonders des Sezernierungsepithels, aber auch des übrigen Mesocarpes, eingetreten zu sein. Die Sezernierungszellen der vittae sind meistens nicht deutlich zu erkennen. Die gesamte Masse derselben erscheint vielmehr wie ein dicker, brauner Ring, der den Kanal auskleidet. Bei günstigen Objekten sieht man jedoch, dafs sie, in eine schmale Reihe angeordnet, in grofser Anzahl den Kanal begrenzen. Sie sind meist sehr klein und wenig vorgewölbt (*scc*, Fig. 28). Im nicht vollständig reifen Samen erscheinen die Sekreträume als schmale, stark tangentialgestreckte Spalten. Je mehr die Frucht der Reife nahekommt, um so mehr nehmen sie, durch reichlich in ihnen auftretendes Öl auseinandergedehnt, eine ovale Form an. Sehr selten und stets nur die kleinsten sind rund. Die Sekreträume sind fruchteigen, d. h. sie stehen mit dem System der Sekretbehälter der Vegetationsorgane nicht in Verbindung. Sie besitzen Spindelform (Fig. 30) und ihre Länge entspricht ungefähr der Länge der Frucht. Sie sind mit einer eigentümlichen Auskleidung versehen, die, zu der Gruppe der „Auskleidungen der Intercellularen“ gehörig, sich doch in einigen Punkten von den typischen Bildungen jener unterscheidet, in den gewöhnlichen Lösungsmitteln aber auch in Schwefelsäure, Chromsäure, Kalilauge, Chloroform, ja selbst in Schultzeschem Gemisch auch in der Siedehitze unlöslich ist und aus einer nicht näher bekannten Substanz besteht. Diese sackartigen Auskleidungen sind zudem oft durch Ausscheidungen der gleichen Substanz gefächert (*A*, Fig. 26) und man kann sie sich aufs leichteste als gelbe, zusammenhängende Gebilde sichtbar machen, wenn man die Schizocarpien mit Schultzeschem Gemisch kocht und alsdann auf dem Objektträger vorsichtig mit der Nadel zerlegt (Fig. 30). Häufig zeigt die sehr spröde Haut, die wir als Rest der „resinogenen Schicht“ (S. 2) der Kanäle aufzufassen haben, noch die Abdrücke der Zellen des Sezernierungsepithels (vergl. Fig. 8, 12 und 13).

Die innerste Schicht der Fruchtschale (Endocarp oder innere Epidermis) wird von im Querschnitte breiten, tafelförmigen Zellen gebildet, die, wie ein radialer Längsschnitt lehrt, sehr schmal und sehr flach, also von Tafelform sind (Fig. 29, *qu*). Auf Flächenschnitten oder in macerierten Präparaten sieht man diese Schicht stets sehr deutlich und erkennt noch deutlich die Umrisse der Mutterzellen, aus denen durch Teilung 5—10 (meist 8) schmale, nebeneinander liegende Zellchen entstanden. Diese Zellen schneiden die Ölkanäle (querzellenartig) im rechten Winkel (Fig. 26). Sie sind beim Fenchel schmäler und kürzer als beim Anis (vergl. Fig. 8 und 26). Ihre Breite beträgt beim Fenchel 5—8, beim Anis 10—23 mik.

Die Samenhaut (Samenschale) des mit der Fruchtschale verwachsenen Samens besteht aus einer äufseren Reihe im Querschnitte weiter, bräunlicher (Fig. 28, *x*) und mehreren Reihen kollabierter Zellen (Nährschicht Fig. 28, *N*), letztere ist oft zu einer braunen Zone obliteriert. In der frischen Frucht enthalten beide Schichten Chlorophyll, an der Commissuralfläche sogar in mehreren Schichten, sonst nur vorwiegend in der äufseren. An der Commissuralseite ist die äufsere Schicht der Samenschale stark verbreitert und aus zahlreichen Parenchymzellen aufgebaut, deren Wände ein reichlich gegabeltes Netz von Verdickungsleisten zeigen. In diese Zellschicht eingebettet liegt das Gefäfsbündel der Raphe, welches aus zahlreichen Netzleisten-Tracheen und Tracheiden und einem zarten Phloëmstrang mit deutlichen Siebröhren, sowie Libriformfasern besteht (Fig. 28, *Ra*). Das Gewebe um die Raphe ist bei der Droge oft geschwunden. An der Commissuralseite habe ich beim Fenchel bald gar kein, bald ein, bald zwei Bündel (beim römischen Fenchel) gefunden. Dieselben liegen bald benachbart dem Carpophor, bald der Commissuralrippe mehr weniger genähert, oder waren gar mit dieser verschmolzen. Alle Bündel treten unten (vom Fruchtstiel) in die Basis der Früchte ein, eins der Bündel entsendet von oben her einen Ast in die Raphe. Die Zellen des grofsen Endosperms sind dickwandig, gegen den centralen Embryo oder die beim Keimen sich lösende Mittelzone (Quellschicht *Qs*, Fig. 15) hin strahlig angeordnet und dicht mit Aleuronkörnern und fettem Öl erfüllt. Die 1,5—7,5 mik grofsen Aleuronkörner enthalten ein grofses oder mehrere kleine Globoide, bez. Kalkoxalatkristalle, letztere meist in Form runder Drusen (Fig. 32—34). Auch ein Zellkern ist deutlich (Fig. 31). Macht man succedane Querschnitte von der Spitze her, so trifft man zuerst auf das in der Mitte des Endosperms liegende Würzelchen, dann auf die beiden Kotyledonen. Alle weiteren Schnitte zeigen nur Endosperm, aus dem also die Hauptmasse des Samens besteht (Fig. 17).

Das Carpophor, dessen beide Schenkel man bei Schnitten, die etwas über der Mitte quer durch das Schizocarpium geführt sind, deutlich nebeneinander liegen sieht, besteht aus einem grofsen centralen Strange sehr stark verdickter Zellen mit linksschiefen Tüpfeln (Bastfasern), deren Lumen meist nur als feiner Punkt zu sehen ist (Fig. 28, *cph*). Ursprünglich dem parenchymatischen Gewebe der Mittelwand (Trennungswand, Commissuralwand) der Schizocarpien eingebettet, lösen sich die Carpophorschenkel zur Zeit der Fruchtreife aus diesem dadurch heraus, dafs das sie umgebende Parenchym obliteriert. Stets sind dieselben denn auch von einem Belege dünnwandiger, gestreckter, obliterierter Zellen bedeckt (*obl*, Fig. 28). Das Auseinanderweichen der Mericarpien selbst kommt ebenfalls durch eine Obliteration zu stande. Zur Fruchtreife obliteriert nämlich die Mittelschicht der Trennungswand von oben nach unten und von rechts nach links und die das ganze Schizocarp umgebende Epidermis (*Ep*, Fig. 28) zerreifst an den Commissuralrippen. So kommt es denn, dafs bei den reifen Früchten der Droge an der Commissuralseite ein obliteriertes Gewebe liegt (*obl*, Fig. 28). Dort wo das Carpophor liegt, ist die Fruchtwand abweichend gebaut. Über einem Centralstrange dickwandiger, gestreckter

Zellen (*x*, Fig. 27 und 28) ist die innere Epidermis breit und kurzzellig, nicht querzellenartig wie in der benachbarten Partie ausgebildet (*qu*, Fig. 27).

Der Fruchtstiel enthält weitere Spiraltracheen als die Fruchtschale. Seine Epidermis ist mit Spaltöffnungen bedeckt.

Der Fenchel keimt epigä, die Kotyledonen treten über die Erde und ergrünen. Die dicken Reservecellulosewände der Endospermzellen werden gelöst, auch das Kalkoxalat löst sich.

Das Pulver.

Bei Präparation in Öl oder absolutem Alkohol bemerkt man zahlreiche, meist noch in den Zellen des Endosperms eingeschlossene Aleuronkörner, in denen man, besonders mit Hilfe des Polarisationsmikroskopes, die Kalkoxalatdrusen prächtig auftauchen sieht. Bei Präparation in Chloralhydratlösung treten die Öltröpfchen hervor und nach Maceration mit Schultzeschem Gemisch werden besonders folgende Elemente sichtbar: Die Parenchymzellen der Fruchtschale (aus dem Mesocarp) mit ihren Netzleisten, Elemente der Costalbündel (bes. die Bastfasern), Fragmente der auch nach Behandlung mit Schultzeschem Gemisch gelbbraun bleibenden schlauchartigen Sekretbehälterbelege, an denen oft noch die Kammerung deutlich ist, die sehr charakteristische innere Epidermis der Fruchtschale, die farblosen Endospermzellen. Alles dies ist übrigens — bis auf die Sekretbehälterbelege — auch bei Präparation in Öl schon gut wahrnehmbar, wobei die braun infiltrierten Membranen des Parenchyms aus der Umgebung der Vittae noch besonders deutlich hervortreten und gute Anhaltspunkte geben.

Fragmente des Fruchtstiels und Carpophors sind selten, aber doch fast in jedem Präparat aufzufinden.

Der Unterschied vom Anis liegt in dem Fehlen der Haare, der Breite der „Querzellen“ (innere Epidermis der Fruchtschale) und dem für den Fenchel sehr charakteristischen Leistenparenchym (Fig. 22 u. 24).

Tafel 14.

Erklärung der Abbildungen.

(Fruct. anisi vulgar.)

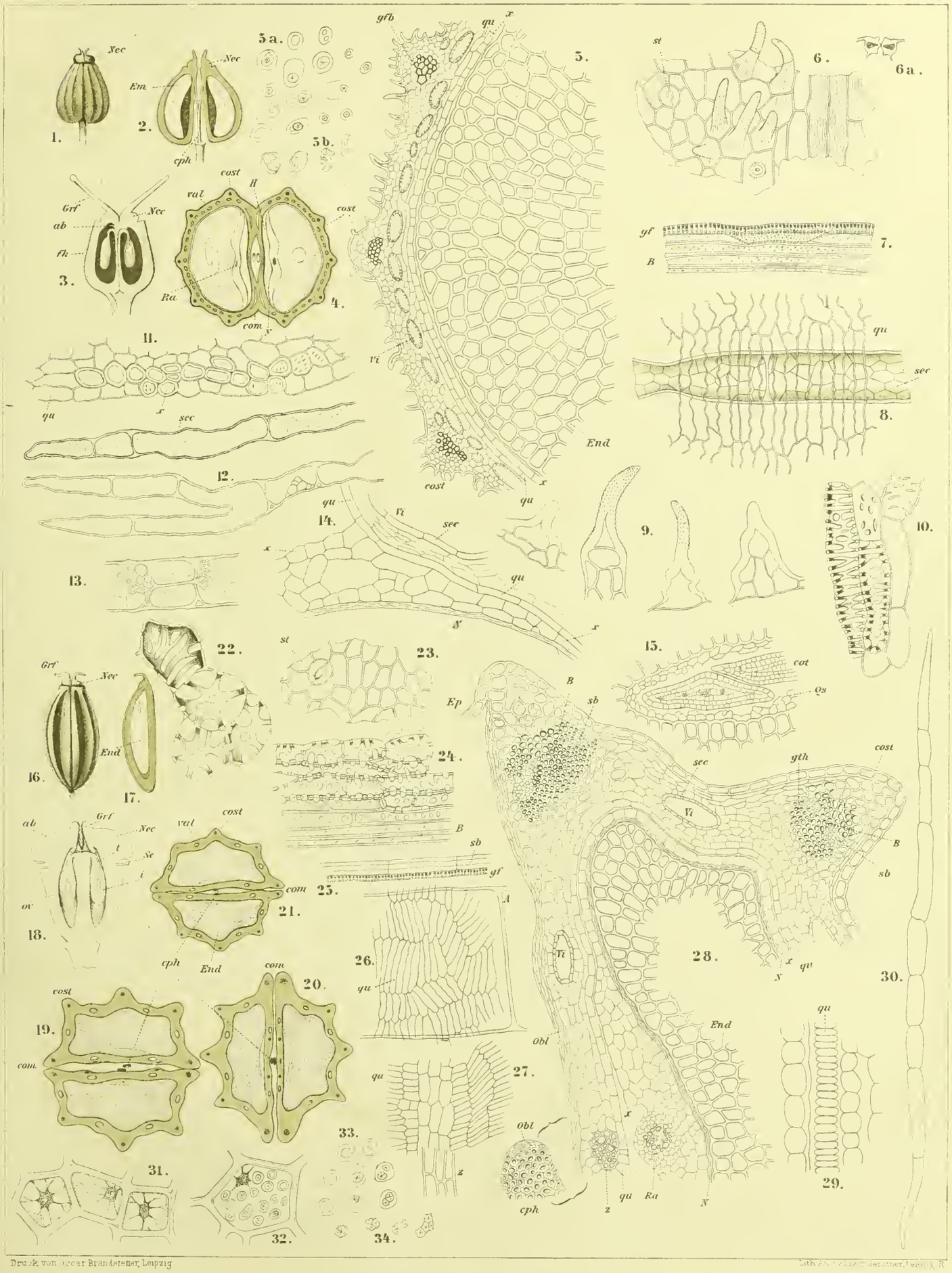
Fig. 1. Ganzes Schizocarpium von aufsen.
„ 2. „ „ Längsschnitt.
„ 3. Längsschnitt durch den Fruchtknoten (*ab*, abortiertes Ovulum).
„ 4. Querschnitt durch die Frucht, Lupenbild.
„ 5. Querschnitt durch die Randpartie der Frucht.
„ 5a. Aleuronkörner des Endosperms.
„ 5b. Isolierte Kalkoxalatkristalle derselben in Essigsäure.
„ 6. Epidermis der Fruchtschale.
„ 6a. Stoma der Fruchtschale im Querschnitt.
„ 7. Costabündelelemente, Längsschnitt.
„ 8. Ölgang mit den Querzellen (innere Epidermis der Fruchtschale), Längsschnitt.
„ 9. Haare der Fruchtschale.
„ 10. Zellen aus der Fruchtschale in der Nähe des Carpophors, Längsansicht.
„ 11. Querschnitt der Fruchtschale am Carpophor.
„ 12. Isolierte Vittabelege, oben die Abdrücke der sezernierenden Zellen. Kammerung und Gabelung.
„ 13. Auskleidung einer Vitta mit den Netzen des Beleges.
„ 14. Samenschale an der Commissuralfläche bei *y* (Fig. 4), dort wo die Samenschale mehrschichtig wird, an einer Commissuralvitta (*Vi*). *qu* innere Epidermis der Fruchtschale.
„ 15. Querschnitt durch die Kotyledonen und das umgebende Endosperm mit der Quellschicht (*Qs*).

(Fruct. foeniculi.)

Fig. 16. Schizocarpium von aufsen gesehen.
„ 17. Längsschnitt durch ein Mericarp.
„ 18. Längsschnitt durch den Fruchtknoten, *ab* wie in Fig. 3.
„ 19. Querschnitt durch deutschen Fenchel, } Lupenbilder.
„ 20. „ „ römischen „ }
„ 21. „ „ Puglieser „ }
„ 22. Leistenparenchym der Fruchtschale, } Längsansichten.
„ 23. Epidermis „ „ }
„ 24. Rand des Costastranges der „ }
„ 25. Gefäfsbündelelemente des Costastranges, }
„ 26. Ölgang mit den Querzellen (Tangentialschnitt), }
„ 27. Gewebe der Fruchtschale am Carpophor, }
„ 28. Querschnitt durch die Randpartie eines Mericarps.
„ 29. Radialer Längsschnitt durch die Samenschale und innere Fruchtschale.
„ 30. Isolierter Vittabeleg.
„ 31. Zellen des Endosperms mit Zellkernen. (Aleuron gelöst.)
„ 32. Zelle des Endosperms mit Zellkern und Aleuron.
„ 33. Aleuronkörner.
„ 34. Isolierte Kalkoxalatdrusen der Aleuronkörner.

Anis und Fenchel.

Taf. 14.



Druck von Oscar Brandstetter, Leipzig

Lith. Anst. v. Alex. Gerstner, Leipzig R.

Herba cannabis ind.

Indisches Hanfkraut, Chanvre de l'Inde, Indian Hemp.

In Betracht kommt nur die Infloreszenz der weiblichen Pflanze des indischen Hanf, Cannabis sativa L. var. indica, die bald mehr bald weniger noch mit Laubblättern versehen ist.

Eine anatomische Untersuchung der Laubblätter des Hanfes zeigt, dass das Mesophyll des Blattes dem typischen Bau entspricht (Fig. 12). Ein verhältnismäfsig mächtiges einreihiges Palissadengewebe, das oftmals mehr als die Hälfte des Querschnittes ausmacht, liegt auf der Ober-, ein reichdurchlüftetes Schwammparenchym auf der Unterseite. Letzteres steht durch über die Epidermis emporgehobene (Fig. 12, *st*) Spaltöffnungen mit der Luft in Verbindung und enthält da und dort Zellen mit Kristalldrusen von Kalkoxalat. Infolge dieser Eigenschaft der Spaltöffnungen hat das Hanfblatt einen sehr hohen Transpirationskoeffizienten und welkt daher sehr rasch (Angew. Anatomie S. 434). Die Transpirationsgrösse ist so gross, dass die Wasserabgabe bequem auf der Wage während einer Vorlesungsstunde demonstriert werden kann. Beide Epidermisseiten sind mit eigentümlichen Haarorganen besetzt. Die Trichome der Oberseite sind meist kurz kegelförmig und mit verdickter, gekrümmter Spitze versehen. Sie ragen mit ihrem bauchig erweiterten basalen Teile oft tief in das Palissadengewebe hinein und enthalten einen grossen, runden, traubigen Cystolithen, der, fast an der Spitze angeheftet, tief in den Hohlraum hineinragt und diesen fast ausfüllt (Fig. 12, 15a). Die Trichome der Unterseite sind zweierlei Art. Zunächst finden sich auch hier Haare. Dieselben sind aber meist viel länger als die der Oberseite und endigen in eine kegelförmige Spitze. Sie sind mehr (die längeren) oder weniger rechtwinklig umgebogen. Sie ragen mit ihrem Fussteile nicht in das Mesophyll des Blattes und enthalten ebenfalls einen traubigen Cystolithen (Fig. 12). Derselbe ist hier aber, entsprechend der Form der Höhle, nicht rundlich, sondern länglich gestreckt, oft unregelmässig verbogen (Fig. 15 b u. 15 c). Der Cystolith ist an einer flachwulstigen (Fig. 15 b) oder kugeligen (Fig. 9, 15 c) Erhebung der inneren Membran angeheftet und besteht in beiden Fällen aus einem lockeren Gerüst, in welches kohlensaurer Kalk eingelagert ist. Wenn man verdünnte Salzsäure zufliefsen läfst, so löst sich letzterer und das Gerüst bleibt als zartes, geschichtetes Häutchen zurück (15 a—c). Sowohl die Krümmung der Haare, als die Anheftung der Cystolithen ist eigentümlich und gesetzmäfsig. Die Spitze der Haare ist nämlich, sowohl bei den Haaren der Ober-, als denen der Unterseite der Spitze des Blattes zu gerichtet (Fig. 12, 13, 14). Bei den letzteren ist dies infolge der starken Krümmung deutlicher als bei den kurzen derben der Oberseite. Man fühlt die Rauheit der Blätter daher erst, wenn man von der Spitze gegen die Basis hin mit dem Finger streicht. Der Cystolith ist bei den Haaren der Unterseite immer an der entgegengesetzten, der Blattbasis zugekehrten Wandseite des Trichoms angeheftet. Das gleiche Prinzip tritt auch bei den Haaren der Oberseite hervor, hier jedoch infolge der Form des Zelllumens lange nicht in dem ausgesprochenen Mafse.

Die zweite Form der Trichome der Laubblattunterseite sind die Drüsenhaare; dieselben besitzen nach Art der Labiatendrüsen eine der Epidermis eingefügte Tragzelle (Basalzelle), eine kurze, bisweilen geteilte Stielzelle und meist 8 Sezernierungszellen. Die Harzdrüsen finden sich in gröfster Menge besonders an den oberen Blättern, den obersten Teilen der Stengel, den Deckblättern der weiblichen Blüten, beziehungsweise Früchten, aber auch sonst sind sie über die ganze Pflanze verteilt. An den Deckblättern der weiblichen Blüten werden sie auf vielzelligem Polster weit über die Epidermis emporgehoben (*sti* Fig. 10, 11), so dafs die Drüsenköpfchen leicht abfallen, ihren Inhalt entleeren und so zu dem eigentümlichen „Verkleben" der weiblichen Infloreszenz Veranlassung geben. Diese Drüsen, respektive ihre Stiele (Fig. 10 u. 11), sind es auch, die man schon mit blofsem Auge als feinkörnigen Überzug an Blättern, Früchten und Stengeln der Droge wahrnimmt. Die Zahl der Sezernierungszellen ist bei den gestielten Drüsen meist eine höhere als 8 und steigt oft bis auf 16. Trag- und Stielzellen führen oft einen braunen Inhalt oder kleine Körnchen (Fig. 32). Das Sekret entsteht in der mittleren Partie der äufseren Wand der sezernierenden Zellen unterhalb der Kuticula (Fig. 32). Neben diesen Drüsenhaaren finden sich auch einfachere, die bald aus Stielzelle und einzelligem Drüsenkopf, bald aus mehrzelligem Stiel und mehrzelligem Drüsenkopfe bestehen (Fig. 8 u. 12). Die Haare der oberen Stengelpartien weichen in ihrer Form nicht von denen der Blattunterseite ab, nur ist ihre Membran aufsen warzig, auch fehlt der Cystolith oft (Fig. 7). Das Nervenbündel des Blattes ist kollateral, der Holzteil strahlig, im Siebteil verlaufen einfache Milchröhren (Fig. 12, *Mi*).

Bei der Droge (Bhang oder Guaza) sind für gewöhnlich die gröfseren Laubblätter nicht vorhanden, da dieselben abgestreift werden. Sie besteht aus den Infloreszenzachsen, den Hochblättern, den Deckblättern der Blüten und den weiblichen Blüten selbst, die man in allen Stadien der Entwickelung antrifft (von der Knospe bis zur Fruchtreife).

Die an Laubblätter tragenden Achsen zweiten Grades entwickelten weiblichen Infloreszenzen besitzen statt der vielblütigen Dichasien der männlichen nur je eine einzelne Blüte, deren Deckblätter (Fig. 1, *Dα*, *Dβ*), die Vorblätter des (beim Hanfe, im Gegensatz zum Hopfen) entwickelten Mitteltriebes (Fig. 1, *Mi*), ausgebildet werden. Aufserdem sind die Mitteltriebe bis zum Gipfel der Pflanze hinauf zu laubigen Bereicherungszweigen entwickelt, aus deren Blattachseln sich der nämliche Verzweigungsprozess fort und fort wiederholt (Fig. 1, *Mi*). Dadurch entsteht die knäuelig-dichte, stumpf-pyramidale Form der weiblichen Infloreszenzen.

Die weibliche Blüte besitzt ein becherförmiges, die Blütenbasis umhüllendes, ganzrandiges Perigon (Fig. 3, *Per*), keinerlei Reste des Androeceums, zwei lange, median gestellte Narben (Fig. 1 u. 3, *Na*) und in dem einzigen Fruchtknotenfache ein unmittelbar unter den Narben angeheftetes kamptotropes Ovulum, dessen Mikropyle oben liegt (Fig. 3). Dementsprechend ist denn auch die Radicula gegen die Spitze des Samens gerichtet (Fig. 3). Die Befruchtung scheint ähnlich wie bei den Chalazogamen zu erfolgen. Die Blüte wird von einem relativ grofsen spataartigen Deckblatte, dem einen Vorblatte des Mitteltriebes (Fig. 1, *Dα*, 2, 4 u. 5, *D*), umhüllt. Die Stipeln sind mit dem Tragblatte (Hochblatte) verwachsen (*st-f* in Fig. 1, Fig. 2 u. 5, *st*). Die Radicula des Samens liegt gegen die Mittelrippe des Deckblattes (Fig. 1). Die Hochblätter des Mitteltriebes (Stipeln) zeigen unten $^1/_2$, oben $^2/_5$ Divergenz (Fig. 1, *Mi*). Bisweilen sind eine oder beide basale Blüten unterdrückt und nur der Mitteltrieb wird entwickelt.

Die Inflorcszenzachsen von 1,5 mm Dicke besitzen folgenden Bau. Die Epidermis trägt sehr zahlreiche, fast dachziegelig sich deckende Trichome, die im allgemeinen den Bau der Haare der Laubblattunterseite besitzen, d. h. sie sind lang, nach oben hin umgebogen und in der stark bauchig erweiterten Basis mit einem Cystolithen versehen. Ihre Oberfläche zeigt kleine Wärzchen (centrifugale Wandverdickungen). Sie ragen mit ihrer sehr verbreiterten Basis stärker aus der Epidermis hervor, wie die Laubblatthaare (Fig. 16, *cyst*). Die primäre Rinde ist kollenchymatisch verdickt (Fig. 16, *col*). An der äufseren Grenze der sekundären Rinde liegen zahlreiche Gruppen von Bastfasern, die fast zu einem kontinuierlichen Ringe zusammenschliefsen (*B* in Fig. 16). In der sekundären Rinde (und zwischen den Bastfasergruppen) finden sich viele Milchröhren vom Charakter der ungegliederten (Angew. Anatomie S. 528), man erkennt sie leicht an dem bei der Droge stets gebräunten Inhalte (Fig. 16, *Mi*). Diese Milchröhren treten auch in die Gefäfsbündel der Deck- und Vorblätter der Blüten ein. Bei den älteren Infloreszenzachsen werden auch in der sekundären Rinde reichlich Bastfasern gebildet, sonst besteht dieselbe aus den üblichen Elementen. Der Holzkörper ist relativ breit, gegen das Mark hin buchtig, von 1—2reihigen Markstrahlen durchzogen (Fig. 16). Er besteht vorwiegend aus Libriformfasern. Die Gefäfse des sekundären Holzes sind getüpfelt, die der primären Bündel spiralig verdickt. Das vielzellige parenchymatöse Mark ist reich an Kalkoxalatdrusen.

Da der Bhang zur Zeit der Blüte gesammelt wird, so sind bei den weiblichen Blüten der Droge überall die beiden langen walzenförmigen Narben noch erhalten. Dieselben sind von der Basis bis zur Spitze ringsum mit langen stumpfspitzigen Narbenpapillen versehen (Fig. 1 u. 31), bieten also dem verstäubenden Pollen eine grofse Fläche dar — ein Fall, der bei anemophilen Pflanzen (Windblütlern) häufig beobachtet wird.

Die Fruchtknotenwand ist haar- und drüsenfrei (Fig. 5, *frs*), das Perigon trägt einige Öldrüsen, aber ganz besonders das grofse, in einen langen lanzettlichen Zipfel auslaufende, nur wenige Zellreihen dicke Deckblatt ist an der Aufsenseite (aufser mit Cystolithenhaaren) über und über mit Öldrüsen besät. Dieselben besitzen, wie die Drüsen der Laubblätter (s. oben) im allgemeinen den Bau der typischen Labiatendrüsen, d. h. es sitzt einer Stielzelle ein mehrzelliger Drüsenkopf auf, dessen Zellen nebeneinander liegen. Doch weichen sie insofern von denen der Labiaten ab, als die Stielzelle bisweilen durch Teilungen 2—3-zellig wird und die Zahl der Sezernierungszellen der Regel nach eine höhere als 8 und 16 ist — wenigstens beim indischen Hanf, bei dem unserigen sind es häufig 8 und 16 (Fig. 11, *dr*). Das Sekret, eine Lösung von Harz in ätherischem Öl, wird auch hier zwischen der Cellulosewand der Sezernierungszellen und Kuticula abgeschieden (Fig. 32). Diese Drüsen sitzen entweder der Epidermis direkt auf — der seltenere Fall (Fig. 8) — oder werden auf langen vielzelligen, oft gebogenen Stielen weit über die Epidermis emporgehoben. Am Gipfel des Stieles konvergieren die Zellreihen und enden an der Spitze, dort wo das Drüsenköpfchen aufsitzt, in eine stets mit braunem Inhalt erfüllte Basalzelle (Fig. 8, 10, 11, 32 *β*). Die Stiele entwickeln sich meist erst nachdem die Blüte befruchtet ist. So findet man auf dem Deckblatte der Blüte (Fig. 2, *D*) die Drüsen meist noch der Epidermis direkt aufsitzend (Fig. 8), bei dem Deckblatte der Frucht (Fig. 4, *D*) auf langen Stielen (Fig. 10 u. 11). Diese gestielten Drüsen liegen bei den Deckblättern oft so dicht nebeneinander, dass sich die Köpfchen fast berühren. Bei der Droge, wo die Drüsenköpfchen häufig samt den braunen Stielzellen von den langen Drüsenstielen abgefallen sind, ist die Kuticula des Drüsenköpfchens meist geplatzt und das ausfliefsende Harz hat die ohnehin dicht bei einander sitzenden Blüten überzogen und miteinander verklebt. Bei der in Deutschland kultivierten Pflanze sind die Drüsen lange nicht so reichlich entwickelt, und eine Verklebung der Infloreszenz findet nicht statt, doch fühlt sich dieselbe, wie bekannt, klebrig an. Derartige Harzdrüsen sind über die ganze weibliche Pflanze verstreut, sie finden sich am Stengel, den Blüten u. s. w., nur nirgends in so grosser Zahl als an der Infloreszenz. Auch die männliche Hanfpflanze besitzt sie, doch in viel geringerer Menge. Aber selbst an den Antheren fand ich sie dort (Angew. Anatomie S. 158).

Aufser mit Drüsen ist das Deckblatt der Blüten reichlich mit langen spitzen Haaren besetzt, die einem breiten, die bauchige Basis des Haares einreihig umgebenden Polster eingefügt sind, Plasma und deutlichen Zellkern enthalten und bis auf die dünnwandige Basis in der übrigen Membran re-

lativ dickwandig sind (Angew. Anatomie S. 464). Auch kleine Köpfchenhaare mit rundem, oft mehrzelligem Köpfchen und kurzem Stiel sind da und dort aufzufinden (Fig. 8).

Das Mesophyll des Deckblattes ist mehrzellig. In einer Zellschicht desselben findet sich in jeder Zelle eine Kalkoxalatdruse (Fig. 8 u. 10).

Das länglich-lanzettliche Tragblatt (Fig. 2 u. 5, *st*) trägt zahlreiche nach oben gerichtete Haare, aber sehr viel weniger Drüsen als das Deckblatt. Es ist nur wenige Zellen dick (Fig. 7). Auch in ihm finden sich Kalkoxalatdrusen. Die Hochblätter gleichen überhaupt im Bau den Laubblättern, nur sind sie dünner. Die mächtigen Cystolithenhaare treten bei ihnen daher noch viel kräftiger hervor als bei jenen (Fig. 9). Milchröhren fand ich selbst in den zartesten Nerven reichlich. Die auf der Blattunterseite liegenden Spaltöffnungen sind hier wie bei den Laubblättern etwas über die Epidermis emporgehoben (Fig. 9).

Das Pulver.

Das Pulver der Herb. cann. ind. besteht natürlich aus den Fragmenten sämtlicher oben beschriebener Organe — Infloreszenzachsen, Deck- und Vorblätter, Blüten, Früchtchen —. Die Blattorgane treten bei Behandlung mit konzentrierter Salzsäure infolge der hierbei erfolgenden Blaufärbung (Phyllocyanin-Bildung, Angew. Anatomie S. 61) deutlich hervor. Folgende Elemente sind leicht auffindbar: beide Formen der Cystolithenhaare (der Cystolith mit Salzsäure Kohlensäure entwickelnd) — kurze und lange und solche mit warziger Oberfläche, Blattmesophyll mit Kalkoxalat, Elemente der Infloreszenzachsen (Bastfasern, Tracheen und Libriform), auch mit braunem Inhalte versehene Milchröhren sind sowohl in den Fragmenten der Rinde der Infloreszenzachsen als in den Nerven der Blattorgane aufzufinden. Reste von Frucht und Samen sind selten, auch Narbenfragmente sind nur wenige zu finden.

Fructus cannabis.

Hanffrüchte, Fruits de Chanvre, Chenevis, Hemp seeds.

Die nüfschenartigen Schliefsfrüchte von Cannabis sativa L, sind 3—5 mm lang, 2 mm breit, oval-breit-eiförmig, etwas von der Rückenseite her zusammengedrückt, einfächerig, einsamig, an beiden Rändern schwach weifslich gekielt (Fig. 18), und zwar an der Seite, wo die dadurch schon äufserlich angedeutete Radicula des Samens liegt, ein wenig stärker, die Fruchtschale ist dünn und hart und leicht zerbrechlich. Sie ist von grünlich-brauner oder grau-brauner Farbe, aufsen glatt und von einem feinen und zierlichen helleren Adernetz von zarten Gefäfsbündeln überspannt, die, von dem Grunde und der Radicularseite her entspringend, bis nahe zur Spitze verlaufen (Fig. 17 u. 18). Innen ist die Schale meist olivenbraun. Der Same füllt, vorwiegend aus Radicula und Kotyledonen bestehend, die Frucht fast ganz aus und ist oben fest angewachsen. Besonders zwischen der Radicula und dem ihr anliegenden Kotyledon, aber auch die Radicula und die Kotyledonen in zarter Schicht rings umgebend, liegt ein schmaler Rest von Endosperm (Fig. 20). Der Same ist also nicht endospermfrei. Endosperm und Radicula besitzen eine grau-grünliche, die Kotyledonen eine gelbliche Farbe. Der Same ist mit einer zarten, dünnen, grünlichen Samenhaut bedeckt und oben, unmittelbar neben der Spitze der Radicula, mit einer grofsen hellbraunen, scharf umschriebenen Chalaza versehen. Der weifse, reichölige Embryo ist hakenförmig gekrümmt, entsprechend der Entstehung des Samens aus einem kamptotropen Ovulum. Die runde Radicula, fast ebenso lang als die beiden Kotyledonen, ist ebenso wie diese dick und fleischig und liegt diesen an, mit ihrer Spitze gegen das spitze Ende der Frucht (der Mikropylarseite des Ovulums) gerichtet. Sie berührt aber den ihr zugekehrten Kotyledon nicht. Zwischen den Kotyledonen, an der Anheftungsstelle derselben liegt die spitz-kegelförmige Plumula (Fig. 21). Bei der Keimung platzt die Frucht längs der beiden Ränder Die Keimung erfolgt epigä, die Kotyledonen ergrünen (Fig. 6).

Die anatomische Untersuchung lehrt, dafs die Fruchtschale aus zwei Schichten besteht, einer weichen äufseren und einer harten inneren. Zu äufserst liegt eine Epidermis mit dickwandigen, vielfach gewundenen, auf dem Flächenschnitt besonders deutlichen Zellen, unter welcher mehrere Schichten mit grünlich-braunem bis braunrotem Inhalt versehener Zellen, deren Membranen gleichfalls oft durch Infiltration braun erscheinen, angetroffen werden. In diese Schicht sind die zarten Gefäfsbündel, welche die Zeichnung der Oberfläche (Fig. 17 u. 18) bedingen, flach eingebettet (Fig. 22). In dieser Schicht kann man drei Zellformen unterscheiden. Die subepidermale Partie, in welcher ausschliefslich die Fruchtschalenbündel verlaufen (Fig. 24), besteht aus sehr unregelmäfsigen, auch sehr unregelmäfsig verdickten Zellen (Fig. 28, *I*), deren unregelmäfsige Lumina besonders auf dem Flächenschnitte schön sichtbar sind (Fig. 24, *I*), dann folgt eine Schicht brauner gestreckter Zellen (Fig. 28, *II*), und endlich eine Reihe quadratischer, heller, leerer Zellen (Fig. 28, *III*).

Die Hauptmasse der Fruchtschale macht das Palissadensclerenchym (Fig. 22, *scl*), das Endokarp, aus, das aus der innersten Schicht der Fruchtknotenwand entsteht. Schon kurz nach der Befruchtung der Ovula zeigen die Zellen an dieser Stelle palissadenartige Streckung (Fig. 3, *frs* u. 22a, *scl*). In der reifen Frucht sind die Sclereiden deutlich radial gestreckt und zeigen ein enges, nach innen zu sich erweiterndes, nach aufsen hin reich verzweigtes Lumen. Ihre sehr ungleich dicken Membranen sind an den Seiten faltig verbogen und mit zahlreichen Poren versehen. Diese Poren (Tüpfel), an der nach dem

Samen zu gerichteten Seite der Zellen gerade oder fast gerade, zeigen an den radialen Seitenwänden so bizarre Verbiegungen, dafs man an einem Querschnitte der Schale auch oftmals Flächenansichten von ihnen zu sehen bekommt (Fig. 22). Gegen das Lumen hin zeigen die Membranen der Zellen deutliche Schichtung (Fig. 22 u. 25), nicht in der Mitte. Die Querschnittsansicht dieser Sclereiden, die man auf Flächenschnitten durch die Fruchtschale zu sehen bekommt, ist verschieden je nach dem Orte, wo der Schnitt geführt wurde. Im unteren Teile der Zelle erscheint das Lumen rundlich, im oberen bizarr verkrümmt, gabelig verzweigt, sternförmig (Fig. 25).

Die dem Samen dicht anliegende grünliche Haut, die wir als Samenschale anzusprechen haben, denn sie entsteht aus dem einzigen Integumente des Ovulums, besteht aus zwei Zonen. Die äufsere besteht aus langen, im Sinne der Längsachse des Samens gestreckten, schlauchartigen Zellen, die an ihren Seitenwänden durch zahlreiche Arme untereinander in Verbindung stehen (Fig. 26 u. 22, *schl*). Durch diesen Bau entstehen also zwischen den Schlauchzellen zahlreiche Luftlücken. Im Lumen der Zellen finden sich viele grüne Tröpfchen und Massen, die sich weder in Alkohol noch Äther lösen. Die innere Zone besteht aus einem vielschichtigen, reich durchlüfteten Parenchym (Fig. 27), das für gewöhnlich stark obliteriert ist (Fig. 22 u. 23, *N*) und die Nährschicht der Samenschale darstellt.

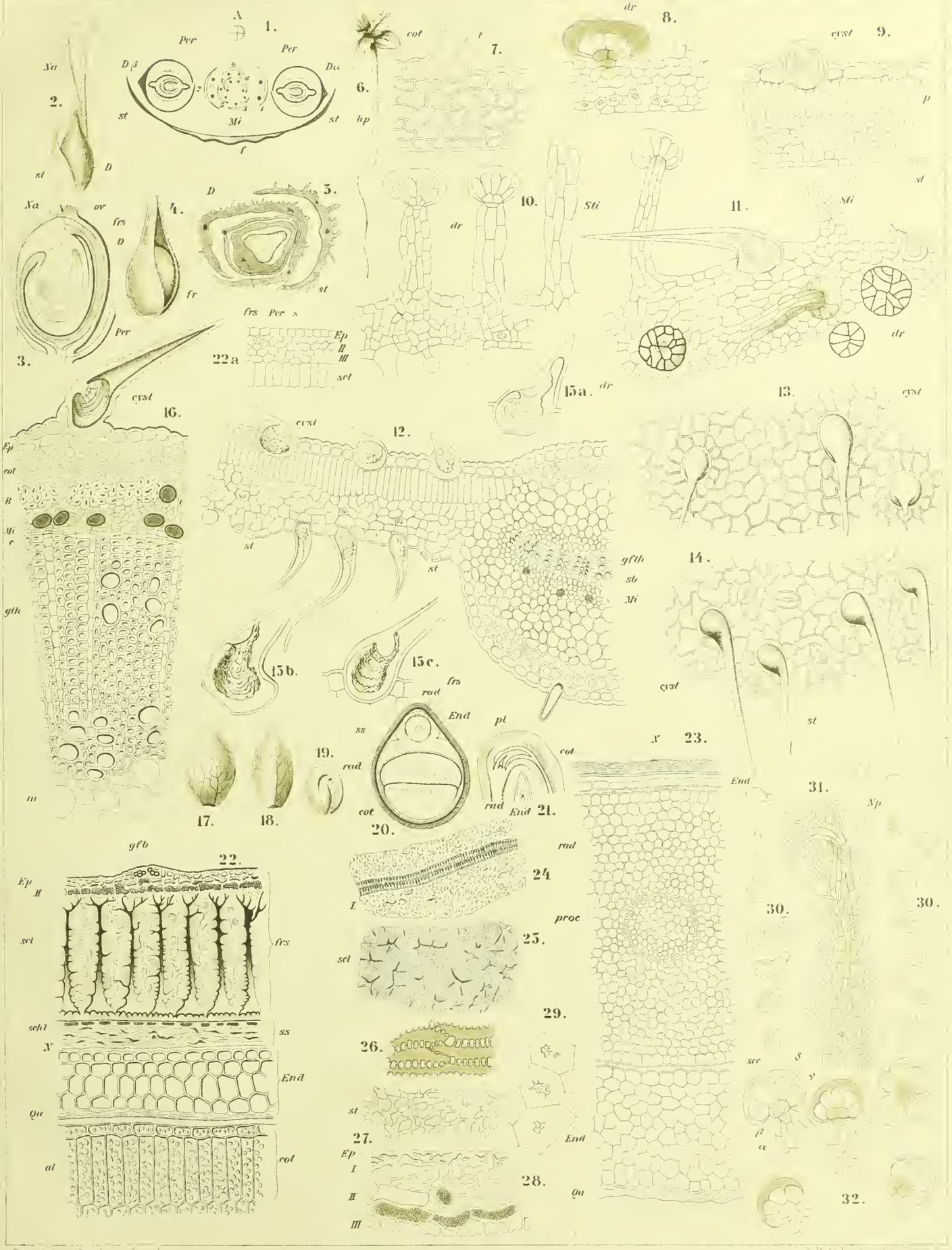
Die Zellen der Radicula, der Kotyledonen und des Endosperms sind zartwandig. Das Gewebe der Kotyledonen zeigt deutlich palissadenartige Streckung der subepidermalen Zellschichten (Fig. 20, 21 u. 22). Gegen den Kotyledon hin ist das Endosperm mit einer lockeren, obliterierten Zellschicht bedeckt (Quellschicht, Fig. 22 u. 23, *Qu*). Die Zellen der Radicula, des Endosperms und der Kotyledonen sind dicht erfüllt mit Aleuronkörnern. Dieselben sind in den Kotyledonen gröfser als in der Radicula und etwa 4—8 mik lang. Auch die Epidermis und die Prokambiumstränge führen kleinere Körner. Sie enthalten ein deutliches Globoid und ein demselben seitlich angelegtes Kristalloid (Fig. 22 u. 30). Mehrstündiges Einlegen der Schnitte in absoluten Alkohol macht die Aleuronkörner resistent gegen Wasser, ja selbst verdünntes Kali wirkt nur langsam darauf ein, besonders die Haut bleibt sehr lange erhalten, Essigsäure dagegen löst sofort vollständig. Aufserdem enthalten alle Zellen fettes Öl (Ol. cannabis) und einen lappigen Zellkern (Fig. 29). Aufsen an der Radicula ist das Endosperm einschichtig (Fig. 23, oben), zwischen Radicula und Kotyledonen vielschichtig (Fig. 23, unten), um die Kotyledonen wieder einschichtig. Es hängt der Samenschale fest an und löst sich mit dieser leicht in continuo ab, seine Zellen sind auch von der Fläche gesehen polyedrisch. Die Radicula hat einen zylindrischen Prokambiumstrang (Fig. 23, *proc*).

Tafel 15.

Erklärung der Abbildungen.

(Herb. und Fruct. cannabis.)

Fig. 1. Diagramm des weiblichen Blütenstandes von Cannabis sativa L. *st* Stipeln, *D* Deckblatt, *Mi* Mittcltrieb.
„ 2. Weibliche Blüte mit Tragblatt.
„ 3. Längsschnitt durch das befruchtete Ovarium.
„ 4. Frucht vom Deckblatt umhüllt.
„ 5. Querschnitt durch eine Blüte mit Deckblatt und Tragblatt.
„ 6. Gekeimter Same.
„ 7. Querschnitt durch das Tragblatt der Blüte.
„ 8. „ „ „ Deckblatt der Blüte.
„ 9. „ „ ein Hochblatt.
„ 10. „ „ das Deckblatt der Frucht.
„ 11. Flächenansicht des Randes eines Deckblattes einer Frucht.
„ 12. Querschnitt durch ein Laubblatt an der Mittelrippe.
„ 13. Epidermis der Laubblattoberseite, } Flächenansichten.
„ 14. „ „ Laubblattunterseite, }
„ 15 a—c. Cystolithen nach Behandlung mit Salzsäure.
„ 16. Querschnitt durch den Infloreszenzstiel.
„ 17. Frucht von der Fläche.
„ 18. Frucht von der Seite.
„ 19. Samenkern herauspräpariert.
Fig. 20. Querschnitt durch die Frucht.
„ 21. Längsschnitt durch den Samen an der Plumula.
„ 22. Querschnitt durch die Randschicht der Frucht.
„ 22 a (links oben). Querschnitt durch die Fruchtknotenwand.
„ 23. Querschnitt durch die Samenschale, das Endosperm und den mittleren Teil der Radicula.
„ 24. Flächenansicht des äufseren Teiles der Fruchtschale (Fig. 28, *I*).
„ 25. Querschnitt durch den oberen Teil der Sclereidenschicht, aus einem Flächenschnitte durch die Fruchtschale.
„ 26. Schlauchzellen aus der Samenschale (Fig. 22 *schl*).
„ 27. Durchlüftetes Parenchym der Samenschale (Fig. 22 u. 23, *N*).
„ 28. Äufsere Partie der Fruchtschale im Querschnitt, stärker vergröfsert als in Fig. 22.
„ 29. Zellen aus dem Kotyledon mit Zellkern, in Essigsäure präpariert.
„ 30. Aleuronkörner des Samens.
„ 31. Narbe.
„ 32. Sekretdrüsen des Hanfblattes, gestielte und ungestielte: α Stiel, β Basal- oder Tragzellen, γ Stielzellen, *sec* sezernierende Zellen, δ Sekret.



Druck v. C. G. Brandstetter Leipzig

Verzeichnis der benutzten Abkürzungen.

A. Achse.
al. Aleuron.
And. Androeceum.
anth. Antheren.
anthw. Antherenwand.
Ap. Apothecium.
asc. Ascus.

B. Bastfasern.
b. Basalzelle.
bl. Blatt.
bla. Blattanlagen.
bo. Borke.

c. Kambium.
cb. Kambiform.
Chal. Chalaza.
chl. Chlorophyllkörner.
chro. Chromatophoren.
col. Kollenchym.
com. Kommissur.
con. Konnektiv der Antheren.
cost. Costae, Rippen.
cot. Kotyledonen.
cph. Karpophor, Fruchtträger.
cut. Kuticula.
cyst. Cystolith.

D. Deckblatt.
Dis. Diskus.
dr. Drüse.

ed, end. Endodermis.
Ek. Endokarp, innere Fruchtschale.
Em. Embryo, Keimling.
End. Endosperm, Nährgewebe.
Ep, ep. Epidermis.
Epo. Obere Epidermis.
Epu. Untere Epidermis.
Er. Ersatzfasern.

fib. Fibröse Schicht der Antherenwand.
fil. Filament.
fk. Fruchtknoten.
fr. Frucht.
frs. Fruchtschale.
frw. Fruchtwand.
gf. Gefäfs.
gfb. Gefäfsbündel.
gfbe. Gefäfsbündelendigungen.
glt. Geleitzellen.
gR. Gemischter Ring.
gr. Grofszellen.
Grf. Griffel.
Grfk. Griffelkanal.
gth. Gefäfsteil.
Gyn. Gynaeceum.

H. Hohlraum, Atemhöhle.
hb. Hüllkelch.
hd. Hypoderm.
Hi. Hilum.
HNe. Hauptnerv.
hp. Holzparenchym und Hypokotyl.
Hp. Hypanthium.
Hy. Hyphe.
Hym. Hymenium.

i. Integument.
I. Intercellularsubstanz, primäre Membran.
ia. Äufseres Integument.
ih. Innere Haut der Sekretbehälter.
ii. Inneres Integument.
int. Intercellularen.
intc. Interfascicularkambium.

k. Kork.
kc. Kern.
kl. Kleber-(Öl-Ferment-)Schicht.
klp. Klappen.
km. Kristallkammerfaser.
kr. Kristalle.
krz. Kristallzellen.
ktr. Korktrennungsschichten.

L. Loch.
l. Leitendes Gewebe.
Lb. Laubblatt.
lB. Librosclereiden.
Lü. Lücke.

m. Mark.
mer. Merenchym.
mes. Mesophyll.
Mi. Milchsaftschläuche.
Mk. Mesokarp, mittlere Fruchtschale.
mk. Markstrahl.
Ml. Mittelrippe.
MR. Mechanischer Ring.

N. Nährschicht.
Na. Narbe.
Ne. Nerv.
Nec. Nektarium.
Nep. Nervenepidermis.
Np. Narbenpapillen.

obl. Obliterierte Zellen.
oed. Öldrüse.
oez. Ölzelle.
ov. Ovulum, Ei.

P, Pe. Petala, Blumenblätter.
p. Palissaden.
Pap. Papillen.
Par. Parenchym.
pc. Perikambium.
pd. Phelloderm.
Per. Perigon, Blütenhülle.
pgth. Primärer Gefäfsteil.
phg. Phellogen.
php. Phloemparenchym.
pig. Pigmentschicht.
Pk. Epikarp, äufsere Fruchtschale.
pl, p. Plumula, Federchen.
pla. Placenta, Samenleiste.
pls. Plasma.
pmk. Primärer Markstrahl.
Pol. Pollen.
pR. Primäre Rinde.
proc. Prokambiumstränge.
prst. Primärer Rindenstrahl.
psb. Primärer Siebteil.
psch. Parenchymscheide.
Pth. Perithecium.

qu. Querzellen.
Qu, Qs. Quellgewebe.

R. Rinde.
r. Randblüten.
rad. Radicula.
Rap, Ra. Raphe.
Raph. Raphiden.
rsg. Resinogene Schicht der Sekretbehälter.
rst. Rindenstrahl.

s. Siebröhren.
Sa, S. Same.
sb. Siebteil.
seb. Sekretbehälter.
Sch, Sche. Schleimzellen.
sch. Scheibenblüten.
schl. Schleim.
schle. Schleimepidermis.
scl. Sclereiden.
sclo. Sclerotische Zellen.
Se, S. Sepala, Kelchblätter.
sec. Sezernierende Zellen.
smk. Sekundärer Markstrahl.
spo. Spore.
sR. Sekundäre Rinde.
srst. Sekundärer Rindenstrahl.
SS, ss. Samenschale, Testa.
st. Stomata, Spaltöffnungen.
stä, st. Stärke.
stam. Stamina, Staubfäden.
Sti. Stiel.
stz. Stielzelle.

t. Trichom, Haar.
teg 1 und *teg* 2. Äufseres und inneres Integument.
tert. Tertiäre Membran.
Th. Thallus.
tpf, Tü. Tüpfel.
tr. Tracheiden.
tro. Tropfen.

V. Vorblatt.
val. Vallecula, Thälchen.
vgt. Vegetationspunkt.
Vi. Vittae, Ölstriemen.
w. Scheidewand.
wh. Wurzelhaar.
wst. Wasserspalte.

Fructus Vanillae.

Vanille, Vanilla.

Die Blüten der jetzt besonders auf Réunion kultivierten Vanilla planifolia Andr. stehen in achselständigen Trauben. Jede Blüte besitzt ein kleines Vorblatt. Der unterständige Fruchtknoten wird bekrönt von der Kolumella, die nach erfolgter Befruchtung samt dem Perigon abfällt. Die Ansatzstelle der Kolumella ist auch bei der Droge, die aus den kurz vor der Reife gesammelten Früchten besteht, noch wohl zu erkennen (Fig. 1 bei *x* und Fig. 18 zwischen *x* und *x*).

Der von 3 Karpellen gebildete, im Querschnitte undeutlich dreieckige (vergl. auch Fig. 2), unterständige, 3—4 cm lange und etwa $^1/_2$ cm breite Fruchtknoten ist einfächerig. Weder frühzeitig noch später treten die Verwachsungsränder der Fruchtblätter anatomisch hervor, die Fruchtknotenwand erscheint vielmehr homogen. Die Längsrinnen der Droge stehen zu denselben in keiner Beziehung. Dagegen markieren sich die Medianen (die Mittelrippen) der drei Fruchtblätter sehr frühzeitig dadurch, dafs in ihnen für gewöhnlich drei Gefäfsbündel, zwei innenständige und ein aufsenständiges, in einem spitzwinkligen Dreieck angeordnet (Fig. 2 bei *a*, *b*, *c I*), oder zwei in einem Winkel gegeneinander geneigte Bündel auftreten. Die Mediane entspricht stets einer Kante des dreikantigen Fruchtknotens.

Die ausgewachsene, aber noch nicht reife, lineale, bis 25 cm lange, trocken 5—8 cm breite, an der Basis gekrümmte und dort verschmälerte, flachgedrückte, tieflängsfurchige, schwarzbraune und fettglänzende, zähe, biegsame Frucht (Kapsel), aus der die Handelsware besteht, zeigt zwar äufserlich für gewöhnlich die Aufspringungslinien nicht, dagegen findet man meist schon wenigstens die eine der beiden Aufspringungslinien auf dem Querschnittsbilde deutlich entwickelt, oft sogar alle zwei (Fig. 2 bei *a* u. *b*). Bei frisch in Alkohol gelegten Früchten sieht man von der nach vorn übergewölbten Spitze herablaufend zwei sehr seichte Rinnen, die die Frucht in einen schmaleren flachen vorderen und einen breiten gewölbten hinteren Teil teilen (Fig. 1 a u. b). Bei der Droge sieht man dieselben nicht mehr deutlich und auch bei dem Alkoholmaterial werden sie gegen die Basis hin undeutlicher. Es sind das eben jene Aufspringungslinien. Das Lupenbild des mit Kali aufgeweichten Querschnittes der Kapsel ist folgendes. Das am Umrifs fast runde oder doch nur undeutlich dreieckige Perikarp umschliefst eine dreiteilige, fast ovale Höhlung, in welche sechs gestreckte Placenten hineinragen, die, zu je zwei einander genähert, an ihrer Spitze sich in zahlreiche Äste gabeln, die man wohl als die Funiculi der an ihrer Spitze angehefteten Ovula zu betrachten hat. Der breitere Raum zwischen je zweien der Placentenpaare ist mit einem zarten Papillenepithel ausgekleidet. Vergleicht man die Anordnung der Placenten mit der Orientierung der Mittelrippenbündel des Perikarps, so stellt sich heraus, dafs nicht, wie man erwarten sollte, je ein Paar zu einem Fruchtblatte gehört, sondern dafs immer die zugekehrten Placenten benachbarter Paare zu einander gehören, oder mit anderen Worten: die Mittelrippe jedes Fruchtblattes liegt über dem Papillenepithelstreifen (Fig. 2). An der Basis besitzt die Frucht auf einer Strecke von etwa 1—2 cm keine Höhlung, sondern ist solide.

Aufser den 3 Medianbündeln und ihren 2 Begleitern (Fig. 2, *I*) finden sich aufserdem noch zahlreiche, meist kleinere Bündel im Perikarp zerstreut, im normalen Falle (von dem aber Abweichungen vorkommen) je drei zwischen der medianen Gruppe, also im ganzen noch neun isolierte äufsere Bündel (Fig. 2. *II*), und kleinere, innere, vor den Placenten oder zwischen denselben (Fig. 2, *III*). In die Placenten und Funiculi dringen jedoch keine Bündel ein.

Man sollte nun erwarten, dafs das Aufspringen an den Grenzen der Fruchtblätter, also an den Stellen stattfinde, die zwischen einem Placentenpaare liegen (Fig. 2, α, β, γ). Das findet aber nicht statt. Vielmehr springt die Frucht an den den Papillenstreifen entsprechenden Stellen, und auch hier nur an zweien — also zweiklappig — auf. So kommt es, dafs eine breite und eine schmale Hälfte entsteht. Erstere besteht aus dem Karpell 2, dem auf der einen Seite die Hälfte von Karpell 1 ($^1/_2$ 1), auf der anderen die Hälfte von Karpell 3 ($^1/_2$ 3) anliegt (Fig. 2, *a*-α-β-*b*), letztere aus $^1/_2$ 1 + $^1/_2$ 3 (Fig. 2, *a*-γ-*b*). Die Aufspringungsstreifen entstehen also an den Kanten des Fruchtknotens und laufen neben der Dreibündelgruppe der Mittelrippe entlang (Fig. 2, *a* u. *b*).

Das Perikarp ist bedeckt von einer im Querschnitte auffallend kleinzelligen, flachen Epidermis mit dicken, an den Seiten getüpfelten Wänden (Fig. 5; Fig. 4, 1; Fig. 7, *Ep*). Von der Fläche gesehen sind die Zellen in der Längsrichtung der Frucht gestreckt oder isodiametrisch. Die Tüpfelung der Seitenwand tritt deutlich hervor (Fig. 4, 1). Bedeckt sind sie von einer glatten, sehr dicken gelben Kuticularschicht, die eine deutliche Radialstreifung, eine Differenzierung in keil-

förmige Abschnitte erkennen läfst (*a* in Fig. 7), und die den Glanz der Droge bedingt. In die darunter liegende Wandpartie der Epidermiszellen finden sich zahlreiche sehr kleine eckige Körnchen [oder Hohlräume (?)] (Fig. 7, *b*; Fig. 4, *H*) eingebettet. Bei Behandeln der Schnitte mit Schwefelsäure bleiben dieselben anscheinend unverändert. Verascht man einen Flächenschnitt durch die Aufsenwand der Epidermis auf dem Deckgläschen, so bleiben an den Stellen, wo sie liegen, anscheinend Hohlräume zurück, wenigstens sieht man nur ein helles Netz mit zahlreichen Höhlungen. Läfst man nun Schwefelsäure zu dem veraschten Präparate treten, so werden sofort unzählige Nadeln gebildet. Diese Reaktion deutet gerade nicht darauf, dafs die Körnchen Kalkoxalat sind, wohl aber geht daraus hervor, dafs Kalk in der Epidermiswand reichlich vorhanden sein mufs. Die innerste Partie der Epidermisaufsenwand ist Cellulose (Fig. 7, *c*).

In den Epidermiszellen findet sich je ein wohlausgebildeter, meist säulenförmiger Kalkoxalatkristall oder Zwilling neben dem deutlichen Kern. Vanillinkristalle waren in denselben nicht aufzufinden. Spaltöffnungen sind selten (Fig. 4, *st*). Die Zellschicht unter der Epidermis besteht aus grofsen, dickwandigen, getüpfelten Zellen, die ebenfalls Oxalat führen (Fig. 4 u. 5, 2), die dritte Schicht aus braunwandigen, kollenchymatisch verdickten Zellen (Fig. 4 u. 5, 3). Die Oxalatkristalle sind Oktaeder oder Prismen, oder Kombinationen beider. Das dann folgende grofszellige, dünnwandige, wenig durchlüftete Parenchym des Perikarps enthält, da die Frucht in gelbgrünem Zustande gesammelt wird, noch die Reste der Chlorophyllkörner (Fig. 4, *chro*). Daneben finden sich Plasmareste, Fett und Zucker, sowie der meist deutliche Zellkern. Plasma und Zellkern sind gebräunt und bedingen die Farbe der Frucht. Die Zellen sind bisweilen undeutlich getüpfelt. In den äufseren Schichten des Perikarps findet sich, soweit meine Beobachtungen reichen, nur bei der mexikanischen, nicht in der ceylanischen, javanischen, brasilianischen und Bourbon-Vanille, ein eigentümliches Netzleistenparenchym. Die breiten Leisten verlaufen bald quer, bald schräg längs, bald gerade längs, und bilden ein oft anastomosierendes Leistennetz, zwischen dem die breit spaltenförmigen Tüpfelstreifen liegen (Fig. 11). Bei der javanischen, ceylanischen, brasilianischen und Bourbon-Vanille beobachtet man diese Zellen hier nicht, dagegen liegen hier in der Nähe der Gefäfsbündel (Fig. 3 u. 6, *tpf*) getüpfelte Zellen parenchymatischen Charakters oder von gestreckter Form (Fig. 9 u. 10). Die Tüpfel sind meist oval (*z* in Fig. 9). Bei den gestreckten Zellen treten ebenfalls da und dort Leistenverdickungen (*y* in Fig. 9), ja sogar — neben Tüpfeln — Spiralbänder auf (Fig. 9, *x*), niemals aber die so charakteristischen breiten Netzleisten, wie sie die mexikanische Vanille zeigt (Fig. 11) und die für dieselbe geradezu charakteristisch sind. Die Tüpfelzellen (Fig. 9) sind als Übergangsformen zwischen den Librosclereiden (s. unten) der Gefäfsbündelbelege und den Parenchymzellen zu betrachten. Im Parenchym ist Oxalat häufig, besonders in den oberen Teilen der Frucht liegt in jeder Zelle ein wohlausgebildeter Kristall oder ein Kristallaggregat (Fig. 17).

Eingestreut in das Parenchym besonders der äufseren Schichten sind zahlreiche weite und lange, oft übereinander stehende (Fig. 12) und so lange Reihen bildende Raphidenzellen, die ein in Schleim eingebettetes Bündel 320 bis 400 mik langer, spiefsiger Raphiden enthalten (*kr* Fig. 5 u. Fig. 12). Beim Anschneiden einer frischen Frucht tritt daher, da die Querwände der Raphidenzellen zerreifsen, ein, infolge Eindringens der Raphiden in die Zunge, scharf schmeckender Schleim in reichlicher Menge aus.

Die Gefäfsbündel sind kollateral gebaut. Bisweilen sind mehrere derselben zusammengelegt oder stofsen mit ihren Enden in spitzem Winkel aneinander. Aber selbst bei den einfachen Bündeln sind entweder durch Eindringen mechanischer Elemente oder von Parenchym Phloemspaltungen häufig. Setzt sich dies Eindringen fremder Elemente noch in den Holzteil fort, so entstehen zunächst zwei dicht nebeneinander liegende kollaterale Bündel (Fig. 6, *gfb*) mit gemeinsamen mechanischen Beleg, und endlich die eben erwähnten, nur mit der Basis (dem Belege des Holzteiles) noch verbundenen, im spitzen Winkel aneinander stofsenden, 2 oder 3 fast isolierten Bündel. Der Siebteil liegt bald aufsen, bald innen, bald seitlich (Fig. 6, unten). Der Gefäfsteil enthält Ring-, Spiral-, Leiter- und Netztracheen. Das Bündel ist allseitig oder einseitig und dann meist aufsen bez. am Siebteil von einer Scheide mechanischer, stark verholzter Elemente umgeben. Dieselben sind in der Wand sehr ungleich dick, bald ziemlich stark verdickt, bald relativ dünnwandig; letzteres ist der häufigere Fall. Ihre Enden sind spitz, die zahlreichen einfachen Tüpfel jedoch nicht spaltenförmig sondern oval und für gewöhnlich auch nicht schief gestellt. Wir haben also hier eine eigenartige Form von Bastfasern vor uns, die von der normalen abweicht (Librosclereiden, vergl. S. 34).

Schon relativ frühzeitig werden die beiden Aufspringungslinien des Perikarps dadurch angelegt, dafs in einer Schicht von Parenchymzellen radiale Teilungen eintreten und so eine meist zweireihige, von aufsen nach innen reichende linienförmige Zone entsteht. An der Droge sind dieselben stets deutlich (Fig. 3, *tr*). Beim Aufspringen lösen sich die beiden Reihen in der Mittellinie voneinander.

Das Gewebe der Placenten besteht aus 2—4 Reihen tangentialgestreckter Zellen.

Die innere Epidermis des Perikarps ist verschieden ausgebildet. An den den Medianen der Fruchtblätter entsprechenden Partien entwickeln sich die Epidermiszellen sämtlich zu Papillen, so dafs hier ein dichter Filz von Haaren liegt (Fig. 3, *Pap*). Diese Papillen entwickeln sich relativ spät, an 5 cm langen Früchten sind sie erst sehr kurz, in den nahezu reifen Früchten der Handelsware relativ lang. Sie enthalten reichlich Plasma und sezernieren ein öliges Sekret in die Fruchthöhle. Dies kann man besonders gut bei frischen Früchten oder bei Alkoholmaterial feststellen. In der halbreifen Frucht sind sie z. B. mit einem dicken Überzuge einer in Alkohol löslichen ölig-harzigen Masse überzogen. Das Sekret entsteht unter der Kuticula in der Wandung (Fig. 8, *oe*), die besonders an der Spitze oft Verdickungen zeigt (Fig. 8). Die Ölbildung

erfolgt also hier wie überall in der subkuticularen Membranpartie (vergl. S. 14 u. 56).

An den übrigen Stellen, d. h. also an den Seiten der Placenten, sowie zwischen den Anheftungsstellen derselben und der Papillenschicht liegt unter der gleichfalls obliterierenden Epidermis eine Zone mehr oder weniger obliterierten Gewebes (Fig. 6, *l*), dessen Zellen sehr lang und dickwandig sind und deren Wandung verschleimt (Fig. 13, *l*). Das auch bei frischen Früchten und Alkoholmaterial wenig deutliche Gewebe kann man sich sehr schön deutlich machen, wenn man die Früchte mit Alkohol durchtränkt, dann 2 Tage in verdünntes Kali und einen Tag in Alkohol legt und nun Schnitte herstellt. Man sieht nach dieser Prozedur, nach welcher das fragliche Gewebe stark gequollen ist, dafs dasselbe aus mehr oder weniger isolierten, im Querschnitt rundlichen Zellen besteht, die stark gestreckt und durch horizontale Querwände getrennt, zu sehr langen hyphenartigen Fäden vereinigt sind. Wir haben in diesem Gewebe das sog. leitende Gewebe (tela conductrix) vor uns. In ihm wandern die Pollenschläuche herab. An der Spitze der Frucht vereinigen sich alle Streifen in dem terminalen Kanale, der in die Fruchthöhle führt (Fig. 18 *l*, oben). Dort an der Spitze der Frucht liegen (zwischen *x* und *x*, Fig. 18) die Reste des Gewebes der (abgefallenen) Kolumella, zahlreiche getüpfelte Zellen, die meist obliteriert sind und das Fruchtfleischgewebe als Kappe bedecken (Fig. 14, *obl*). Die darunter liegenden Zellen des letzteren sind papillenartig ausgestülpt (Fig. 14 *x*) und verkorkt, und stellen also einen normalen Wundkallus dar, der sich auch noch ein Stück in den Centralkanal, der mit quadratischen Zellen austapeziert ist (Fig. 14 bei *l*), fortsetzt und diesen überwölbt. Die Bündel enden am Kallus blind (*gf b* in Fig. 18).

An langen, zarten Funiculis (*fun* in Fig. 6 u. 16) sitzen die anatropen Ovula. Dieselben entwickeln sich zu sehr harten ovalen, 0,2 mm grofsen Samen, doch sind selbst in der reifen Frucht bei weitem nicht alle Ovula befruchtet und zu Samen entwickelt. Auch finden sich in der Handelsware Samen in allen Stadien der Reife: ganz junge helle, halbreife gelbe und reife, tief dunkel rotbraune bis schwarze. Die Samenschale besteht aus vier einreihigen Zellschichten, einer äufseren Sclereidenschicht und drei inneren zarten (Fig. 15). Die Sclereidenschicht (*a*) besteht aus sehr stark verdickten Bracheiden. In der Flächenansicht sind dieselben in der Mitte des Samens gestreckt, an der Spitze des Samens und an der Basis kurz-polyedrisch (Fig. 16). Beim reifen Samen sind ihre Wandungen gebräunt, oft fast schwarz. Sie verdicken sich frühzeitig, lange bevor sich die Wand bräunt. Im Querschnitt erscheinen sie ungleichmäfsig verdickt. Auf eine zarte innere Partie folgt ein Ringwulst. Der übrige Teil ist gleichmäfsig dick (Fig. 15 a). Die Schnitte müssen durch mit Schultzescher Macerationsflüssigkeit entfärbte Samen gemacht werden. Die anderen drei Schichten (Fig. 15, *b-d*) bestehen aus zarten gestreckten Zellen, in denen man häufig ein Kalkoxalatkriställchen findet. Die innerste Schicht ist grofszelliger. Die Samenschale ist aus zwei Integumenten entstanden.

Der endospermfreie, nur aus dem Embryo bestehende Samenkern ist selten und nur bei ganz reifen Samen gut erhalten. Oft liegt in der Samenhöhle ein geschrumpftes Gebilde, das die Höhlung nicht ausfüllt. Im ersteren Falle besteht er aus einem kleinzelligen Gewebe und zeigt keinerlei Differenzierung in Radicula und Plumula (Fig. 19). Die Aufsenwand der Epidermiszellen ist verschleimt und quillt z. B. in Chloral stark, die Kuticula abhebend: offenbar eine Einrichtung, um die sehr harte Schale bei der Keimung zu sprengen. Der Inhalt der Zellen besteht aus Öl und sehr kleinen Aleuronkörnern.

Da der Funiculus der Samen sehr zart ist, so reifsen die reifen Samen leicht an der Anheftungsstelle ab und sind alsdann bei der reifen Frucht in das ölig-harzige Sekret der Papillenschicht eingebettet.

Gute Vanille ist auf der Oberfläche gewöhnlich mit Vanillinkristallen (monokline Tafeln, Nadeln, Prismen, oft von erstaunlicher Gröfse) bedeckt. Auch in der Fruchthöhle finden sich dergleichen, aber selten. Das Vanillin ist in dem Inhalte der Parenchymzellen, vornehmlich der peripherischen Schichten, enthalten und findet sich, da seine Lösung beim Absterben der Zelle auch die Membranen durchdringt, auch in diesen, sowie schliefslich in den Membranen aller auch der Gefäfsbündelelemente. Der Nachweis des Vanillins gelingt leicht mittels Orcin oder Phloroglucinlösung und konzentrierter Schwefelsäure. Ein in 2—5 proz. Lösungen dieser Körper gelegter Schnitt wird, sobald man einen Tropfen Schwefelsäure darauf fallen läfst, sofort rot, bei Anwendung von Phloroglucin karminrot, bei Orcin mehr ziegelrot. Das Vanillin ist auch in der völlig reifen Frucht nicht als solches vorhanden. Es entsteht erst (wohl durch Abspaltung) bei dem eigentümlichen Fermentierungsprozesse, dem die Früchte nach dem Pflücken unterworfen werden (Indische Heil- und Nutzpflanzen, S. 124). Die Früchte sind nach dem Pflücken gänzlich geruchlos.

Die von mir (Indische Heil- und Nutzpflanzen, S. 120) erwähnte heliotropartig riechende, piperonalhaltige südamerikanische Vanille, die, wie die makrochemische Prüfung zeigt, vanillinfrei ist, zeigt auch keinerlei Reaktion auf Orcin- oder Phloroglucin-Schwefelsäure. Die Harzüberzüge der Papillen sind entweder vanillinarm oder vanillinfrei, wie denn überhaupt das gelbe Sekret der Centralhöhle nur wenig oder gar nicht auf Phloroglucin reagiert. Damit ist erwiesen, dafs das Vanillin, resp. der Körper, aus dem er sich abspaltet, nicht das Sekret dieser Papillen sein kann, sondern (wie aus obigem hervorgeht) in dem Inhalte der Parenchymzellen gebildet wird.

Konzentrierte Schwefelsäure allein zu einem Schnitte gefügt, erzeugt an den Membranen der verholzten Elemente keine Rotfärbung, dagegen werden die Inhaltskörper zahlreicher Parenchymzellen und Siebelemente (infolge eines Gehaltes an Zucker) gerötet.

Eisenchlorid schwärzt die Inhaltskörper besonders der Zellen der peripherischen Partien des Perikarps.

Stärke ist selten, findet sich aber stets in jüngeren Früchten.

Ich habe im Jahre 1884 Verletzungen in regelmäfsiger Form an der Vanille beobachtet, die ihr im lebenden Zustande beigebracht sein mufsten, die aber von einem Tiere nicht

herrührten. Wir wurden dann belehrt, dafs diese Buchstaben und Zahlen darstellenden Stichstellen in Réunion von den Pflanzern mit Hülfe von Nadeln der Vanille beigebracht werden und nichts anderes als meist bei den Gerichten deponierte Handelsmarken sind. In Ceylon und Java geschieht dies nicht (Indische Heil- und Nutzpflanzen, S. 128). Trotzdem habe ich an zahlreichen Früchten, besonders in Java, gleichfalls Verletzungen gefunden, die auch durch Korkkallus verschlossen und den mit Nadeln beigebrachten zwar ähnlich waren, aber doch flacher erschienen. Dieselben, oft in Reihen übereinander, aber sonst regellos verteilt, rühren sicher von Tieren her.

Beide Arten von Stichstellen vernarben in der typischen Weise, indem sich rings um die Stichstelle Wundkallus bildet (Angew. Anatomie, Fig. 308).

Das Pulver.

Im Vanillepulver prävalieren die schwarzen, braunen oder gelbroten Samen, die bald intakt, bald mehr oder weniger zertrümmert sind. Daneben finden sich Parenchym und einige vereinzelte Gefäfsbündelelemente. Mit Phloroglucin-Schwefelsäure giebt es die charakteristische Vanillinreaktion. Man untersucht das Pulver am besten in verdünntem Kali.

Tafel 16.

Erklärung der Abbildungen.

(Vanilla planifolia Andr.)

Fig. 1. Spitze einer (frisch in Alkohol gelegten) Frucht (Java). *x* Ansatzstelle der Kolumella.

„ 2. Querschnitt durch den mittleren Teil derselben Frucht (Lupenbild). *α*, *β*, *γ* die Verwachsungsstellen der drei Fruchtblätter, *a* u. *b* (in Fig. 1 u. 2) die Aufspringlinien *pla* Placenta.

„ 3. Eine Aufspring-(Trennungs-)linie (*tr*), an der Epidermis und gegen die Papillen (*Pap*) hin nicht ausgebildet. Der Schnitt ist bei *b* (Fig. 2) geführt.

„ 4. Flächenansichten der Zellen der Fruchtwand. Die Bezeichnungen *1*, *2*, *3*, *4* korrespondieren mit den entsprechend bezeichneten Geweben in Fig. 5 u. 6.

„ 5. Querschnitt durch den äufseren Teil der Fruchtwand.

„ 6. Querschnitt durch den inneren Teil der Fruchtwand an einer Placenta. Nur 2 Zellen (rechts) sind mit Inhalt gezeichnet.

„ 7. Die 2 äufseren Schichten der Fruchtwand stärker vergröfsert wie in Fig. 3 u. 5, um den Bau der Epidermisaufsenwand zu zeigen.

Fig. 8. Papillenköpfe aus der Papillenschicht (*Pap*, Fig. 2 u. 3), die Bildung des Sekretes veranschaulichend.

„ 9 u. 10. Getüpfelte und Netzleisten-Zellen aus der Umgebung der Gefäfsbündel der Réunion-, Java- und Ceylon-Vanille.

„ 11. Netzleistenzellen aus den äufseren Partien der Fruchtschale der mexikanischen Vanille.

„ 12. Raphidenzellen aus dem äufseren Teile der Fruchtwand (Fig. 5, *kr*).

„ 13. Leitgewebe von der Innenwand der Frucht (Fig. 6, *l*), stärker vergröfsert.

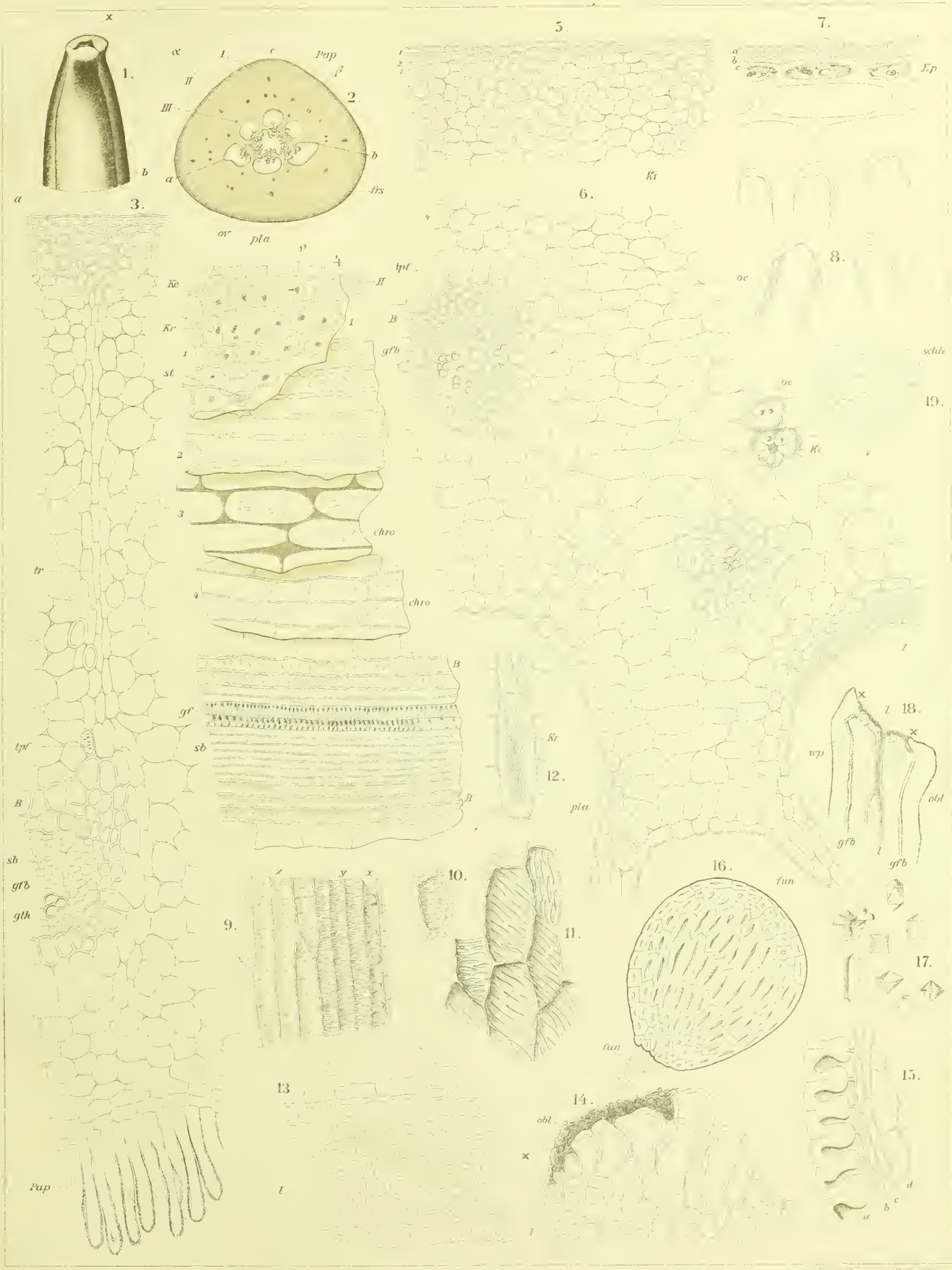
„ 14. Wundverschlufs an der Fruchtspitze (Fig. 1, *x*; Fig. 18, *wp*) unter dem abgestorbenen Gewebe der Kolumella (*obl*, Fig. 14 u. 18) in Form von Papillen (*x*), *l* leitendes Gewebe im Centralkanal.

„ 15. Querschnitt durch die Samenschale.

„ 16. Samen, entfärbt, von aufsen. *Fun.* Funiculus.

„ 17. Oxalatkristalle aus den Fruchtwandzellen.

„ 18. Spitze der Frucht im Längsschnitt. Lupenbild. *x*—*x* Ansatzstelle der Kolumella (vergl. auch Fig. 14).



Druck v. Hermann Brandstetter, Leipzig

Fruct. papaveris.

Capita Papaveris, Mohnköpfe, Capsules du Pavot, Poppy capsules.

Sowohl die deutsche wie die schweizerische und österreichische Pharmakopoe verlangen unreife Früchte. Nur die deutsche giebt die Gröfse (Durchmesser 3—3,5 cm) und das Gewicht an (3—4 gr). Die Frucht des Mohn, der namentlich in den zwei Formen:

Papaver somniferum α nigrum DC. (P. somnif. Gmel.) und **Papaver somniferum β album DC.** (P. s. L. var. album Boissier, P. somnif. officinale Gmel.)

kultiviert wird, ist eine Kapsel von eirunder bis kugeliger Gestalt, die sich zur Zeit der Reife mit Porenklappen unterhalb der terminalen, bleibenden Narbe (Fig. 1, *Na*) öffnet (Porenkapsel), doch giebt es Spielarten, die sich auch zur Zeit der Reife nicht öffnen. Zwischen je 2 Narbenlappen liegt eine Klappe (*klp*). Da die Zahl der Narbenlappen der Zahl der Karpelle entspricht, ist auch die Zahl der Klappen die gleiche. Diese Zahl wechselt innerhalb bestimmter Grenzen. Bei den kleinfrüchtigen Varietäten zählt man 7, 8, 10, bei den grofsfrüchtigen 10, 11, 12, 13, 15 Narbenlappen. Die Narbe ist sitzend, grofs und in, meist nicht ganz gleichgrofse, Lappen geteilt. Dieselben sind im Jugendstadium nach unten zurückgeschlagen, richten sich dann vor dem Aufspringen der Kapsel auf (Fig. 1) und sind bei den reifen Früchten der meisten Varietäten schliefslich horizontal gestellt (Fig. 6). Die Narbenlappen sind untereinander verwachsen, die freien Ränder sind konisch. Die Lappen tragen nicht auf der ganzen Oberfläche Narbenpapillen, sondern nur auf einem mittleren Streifen. Diese von einer seichten Mittelfurche in der ganzen Länge durchzogenen Papillenstreifen treffen in der Mitte zusammen. So entsteht, von oben gesehen, ein dunklerer, vielstrahliger Stern (Fig. 6). Die Ränder beiderseits von dem wulstig hervortretenden, Papillen tragenden Mittelkiel sind dünn. Das Gewebe der Narbe besteht aus später teilweise sclerotisierendem Parenchym, welches von zahlreichen, stark gekrümmten Gefäfsbündelchen und deren Endigungen durchzogen ist (Fig. 6, *gfb*). Von den tiefer liegenden, Milchschläuche führenden Gefäfsbündelstreifen werden nämlich einzelne Endigungen schräg nach oben gegen den Papillenstreifen hin entsendet (Fig. 7a, *gfbe*). Dieselben endigen ein Stück unterhalb desselben. Hier liegt auch das leitende Gewebe für die Pollenschläuche (Fig. 7a, *l*). Dasselbe ist aber nicht sehr deutlich. Wohl aber sieht man dasselbe sehr schön in dem Mittelpunkte aller Lappen, wo es den Centralkanal daselbst, der in die Fruchthöhle führt, völlig ausfüllt (Fig. 6, *l*) und noch ein Stück an der Innenwand herabläuft. Alle Pollenschläuche müssen diesen Centralkanal passieren. Man findet übrigens, besonders bei jungen Früchten, sehr häufig zwischen den Narbenpapillen die ausgetriebenen Pollenschläuche der Pollenkörner (Fig. 7a, *Pol*). Die beiderseits von dem Papillenstreifen liegende dünne Partie ist frei von Gefäfsbündeln und deren Endigungen, sie sclerotisiert später.

Die im jungen Zustande grüne (beim Trocknen braungrüne), oft bläulich bereifte, reif braungelbe, 1—2 mm dicke, kahle Fruchtwand zeigt ebensoviel, durch seichte Furchen getrennte Abschnitte wie Narbenschenkel, besteht also aus 7—15 Karpellen, die mit ihren in die Papillenstreifen der Narben auslaufenden Rändern verwachsen sind. Dort, wo die Ränder aneinander stofsen, sind die papierdünnen, nur ein Stück in die Fruchthöhle ragenden, lamellenartigen Placenten (falsche Scheidewände) angewachsen, die auf beiden Seiten die Samen tragen (Fig. 6). So entsteht eine unvollkommene und unecht gefächerte Kapselfrucht (Fig. 2). Die Fruchtwand ist nicht sehr dick. Sie besteht aus ziemlich gleichartigem, bei unreifen Früchten Stärke, Chlorophyllkörner und Oxalat führendem Parenchym, das nur in den äufsersten Schichten erheblich dickwandiger ist (Hypoderm, Fig. 8, *hd*). Die Epidermiszellen sind stark verdickt, und zwar an der Innenwand fast ebenso stark als an der Aufsenwand. Von der Fläche gesehen, sind die Epidermiszellen meist isodiametrisch, undeutlich an den Seitenwänden getüpfelt. In gleicher Höhe wie die Epidermiszellen befinden sich die Spaltöffnungen (Fig. 8 u. 9, *st*), die ziemlich zahlreich sind (Fig. 9). In das Parenchym eingebettet liegen die Gefäfsbündel. Die Hauptstränge derselben verlaufen vor den Placenten (Fig. 2). Diese allein streichen vertikal gerade von unten nach oben, werden also auf einem Querschnitte durch die Fruchtschale auch quer durchschnitten. Aufserhalb dieses Kreises von Bündeln, deren Zahl der Zahl der Placenten entspricht, liegen noch zahlreiche kleinere. Dieselben sind Auszweigungen der Hauptbündel, verlaufen unregelmäfsig und geschlängelt (Fig. 8) und sind auch stets sehr viel individuenärmer als die grofsen Hauptbündel. Die Endigungen bestehen nur aus Netzfasertracheen (Fig. 8). Auch fehlt ihnen stets der gewaltige Bastzellpanzer, der die Hauptbündel nach aufsen hin bescheidet, nur die gröfseren werden von einigen Bastzellen begleitet. Die Hauptbündel — kollateral wie die übrigen gebaut (Siebteil nach aufsen) — führen vorwiegend Spiralgefäfse im Holzteil. Aufserhalb des Siebteiles, zwischen diesem und dem Bastzellpanzer (Fig. 8, *B*), liegt, in einem unregelmäfsigen Halbkreise angeordnet, eine Reihe Milchröhren (Fig. 8, *Mi*). Milchröhren begleiten auch

die kleineren äufseren Bündel, ja selbst deren Endigungen (Fig. 10). Diese Milchröhren sind gegliedert (*Mi*, Fig. 10 u. 16 a). Sie enthalten den Milchsaft, der eingetrocknet das Opium liefert. Die Früchte sind zu der Zeit, wenn die Staubfäden und Blumenblätter abfallen, am reichsten an Milchsaft und milchen bei jeder Verletzung stark. Je älter sie werden, um so weniger milchen sie und um so ärmer sind sie an Alkaloiden. Ganz reife, gelbe Kapseln milchen gar nicht mehr und enthalten auch keine Opiumalkaloide oder doch nur Spuren davon. Da also der Gehalt an den hier allein wirksamen Bestandteilen abhängig ist vom Reifezustand, und diesem umgekehrt proportional, so bieten die Mohnkapseln des Handels ein in seinem Werte sehr ungleiches Medikament dar. Eine leidliche Übereinstimmung wird nur erzielt, wenn die Pharmakopoe den Durchmesser der Kapsel und ihr Gewicht vorschreibt, also das Reifestadium bezeichnet. Das deutsche Arzneibuch thut dies, indem es Kapseln von 3—3,5 cm Durchmesser und 3—4 gr Gewicht (ohne die Samen!) sammeln läfst. Derartige Kapseln zeigen an der Schnittfläche des Stiels einen Überzug von eingetrocknetem Milchsaft, der den ganz reifen fehlt. Die Bastzellen, welche die Hauptbündel bescheiden, sind stark gestreckt, besitzen aber nur selten spitze Enden, meist sind sie gerade abgestutzt. Ihre auch bei reifen Kapseln nicht sehr dicke Wand zeigt eine den linksschiefen, oft gekreuzt erscheinenden Spaltentüpfeln gleichgerichtete zierliche Streifung (Fig. 16 b). Die Bastzellen gehen oft ganz allmählich durch Zwischenformen — gestrecktes Parenchym mit Spaltentüpfeln — in das Parenchym über (Fig. 16 b, rechts). Die innere Epidermis der Fruchtschale besteht aus Zellen, die auf der Aufsen- und Innenwand nicht, wohl aber an den anderen 4 Wänden getüpfelt sind (Fig. 8, *Epi*, u. 11). Sie sind mehr oder weniger gestreckt und verholzt, in der äufsersten Lamelle (primäre Membran) auch verkorkt. Auf dieser Innenepidermis finden sich ebenfalls Spaltöffnungen. Dieselben sind aber sehr klein und eingesenkt (Fig. 8, *Epi*, *st*), aber sowohl auf Querschnitten, wie auf der Flächenansicht (Fig. 11), gut zu beobachten. An den Stellen, wo das Aufspringen der Porenklappen erfolgt, ist diese sclerotische Innenepidermis unterbrochen (Fig. 7 b). Die Epidermis ist hier sehr zartwandig Auch die Aufsenepidermis der Fruchtwand ist an der Rifsstelle dünnwandig. Über der letzteren liegt (in der Narbe) sclerotisches Gewebe, unter derselben ist das Parenchym der Fruchtwand bogenförmig (nach innen und unten) orientiert (Fig. 7 b). In der Rifsstelle selbst liegt dünnwandiges Parenchym. Ändern sich nun bei dem mit dem Reifen verbundenen Austrocknen die Spannungsverhältnisse, so reifst das Gewebe bei $x \ldots x$ entzwei und die Klappe schlägt sich nach aufsen um. Während die Zellen der inneren Epidermis im Fach ziemlich breit sind, werden sie gegen die Placenta hin immer schmäler. Aber auch die Placenta zeigt in ihrer ganzen Epidermis getüpfelte, nach aufsen vorgewölbte Epidermiszellen (Fig. 12 b, 13, 14). Nur an den Stellen, wo die Samen ansitzen, ist diese derbe Epidermis durch ein kleinzelliges, durchlüftetes, dünnwandiges Parenchym unterbrochen (*SA*, Fig. 12 b u. 13). Gegen diese Stellen hin, die auf flach kegelförmigen Erhabenheiten (Fig. 12 b u. 13) liegen, welche schon mit bloſsem Auge als braune Punkte auf der hellen Fläche erscheinen, entsenden die Placentarbündel Zweige, die dann in den Samen eintreten und in diesem die kurze Raphe durchziehen. Auf der Flächenansicht sieht man daher in der Mitte des Kraters die Querschnitte von 2—4 sehr kleinen Gefäfsen (Fig. 13). Die Placenta ist nur wenige Zellschichten dick. Sie ist übrigens nicht eine gleichbreite Lamelle, sondern besitzt dicht an der Fruchtschale auf beiden Seiten je eine sekundäre Lamelle, die als schmale niedrige Leisten von oben nach unten laufen (Fig. 2 u. 12 a, *sla*). Auch diese Sekundärplacenten tragen Samen.

Der Fruchtstiel zeigt unterhalb der Kapsel eine wulstige Verdickung (Fig. 1, *Wl*), die in zwei scharf geschiedene Zonen sich gliedert. Die obere gröfsere ist hellgelb und fast glatt, die untere bräunlich gefärbt und punktiert. Diese Punkte sind die Narben der abgefallenen Staubfäden (Fig. 1, *andr*). Der dunkle Streifen, der diese punktierte Zone unten abschliefst, ist die Stelle, wo die Petala ansafsen, deren Ansatzstellen aber nur bei grofsen Kapseln noch deutlich sichtbar sind (Fig. 1, *Pe*). Die Anatomie des Fruchtstiels ist sehr einfach. In dem unverdickten Teile beobachtet man einen aus unregelmäfsig gelagerten Bündeln bestehenden Bündelkreis. Die inneren Bündel sind gröfser als die äufseren. Das Mark ist zum Teil geschwunden. In dem unteren Teile der Verdickung ordnen sich die keilförmigen Bündel zu einem regelmäfsigen Kreise und das grofse Mark bleibt erhalten. Von diesen Bündeln werden in radialer Richtung Zweige in die Blumenblätter und Staubfäden entsendet. Jedes Bündel wird von Bastfasern und Milchröhren begleitet (Fig. 15).

Sem. Papaveris.

Mohnsamen, Semences de Pavot, Poppy Seeds.

Die 1—1,5 mm langen, 0,3—0,5 gr schweren, nierenförmigen, auf der Oberfläche mit, zu Polygonen (meist Sechsecken) verbundenen, Leisten versehenen, gelblichweifsen oder bläulichen Samen entstehen aus anatropen Ovulis. Das Ovulum hat 2 Integumente. Jedes derselben ist 3 Zellreihen dick (Fig. 25). Während aber das innere Integument sehr gleichartig gebaut ist, zeigt das äufsere schon frühzeitig eine Differenzierung in eine äufserste sehr schmale Zellreihe, eine mittlere weite und eine innerste enge Zellschicht. Aus diesen 6 Zellschichten der beiden Integumente entwickelt sich die

sechsschichtige Samenschale, die ohne vorherige Behandlung mit Reagentien sehr wenig differenziert erscheint (Fig. 24), ihre Struktur vielmehr erst nach successivem Behandeln mit Salzsäure und Kalilauge hervortreten läfst. Die äufserste Zellreihe ist aufserordentlich niedrig (Fig. 23, 1) und in ziemlich regelmäfsigen Abständen kielartig emporgezogen. Diese Vorwölbungen, in welche sich auch die darunter liegenden Zellen vorstülpen, bilden die Leisten (Fig. 18), welche in ihrer Vereinigung zu polyedrischen Maschen das eigentümliche Maschennetz der Oberfläche erzeugen, welches für den Mohnsamen so aufserordentlich charakteristisch ist (Fig. 17). An den Leisten sind die Epidermiszellen schmal und gestreckt (Fig. 26, 1), zwischen den Leisten dagegen grofs und nahezu isodiametrisch, so dafs jedes Maschenthal von einer einzigen Zelle gebildet wird (Fig. 26). Die zweite Zellreihe besteht aus dünnwandigem Parenchym, das dicht erfüllt ist mit feinkörnigem Kalkoxalat-Kristallsand (mit etwas Calciumkarbonat vermischt) (*kr* in Fig. 23 u. 26, 2). Dann folgt die Hartschicht (Fig. 23 u. 26, 3). Dieselbe besteht aus gestreckten, flachen, stark verdickten Zellen. Die darauf folgenden 3 Schichten, die aus dem inneren Integument hervorgegangen sind, sind gewöhnlich stark obliteriert (Fig. 24, 4—6). Nach Behandlung mit Kali oder Chloral unterscheidet man eine äufsere Parenchymzellreihe (Fig. 23 u. 26, 4), dann eine Reihe getüpfelter Zellen, die in der Flächenansicht gekrümmt erscheinen und nicht sehr lang sind (Fig. 23 u. 26, 5), und zu innerst liegt eine einfache Reihe dünnwandigen Parenchyms. In der in der inneren Krümmung des nierenförmigen Samens verlaufenden kurzen Raphe (Fig. 18, *Raph*) ist die Samenschale durch Vermehrung des Parenchyms reichzelliger. Durchschneidet man den Samen der Länge nach, so sieht man, dafs er gegen das Radicularende des Keimlings hin etwas schmäler ist (Fig. 18). In der konkaven Partie liegt die Raphe, am Radicularende derselben findet sich das Hilum, am Kotyledonarende die gelbliche Chalaza (*Hi* u. *Chal* in Fig. 18). Von dem Hilum zur Chalaza läuft ein zartes Raphe-Bündel, die Fortsetzung des Funiculus.

Bei den blauen Mohnvarietäten findet sich in der Schicht 4 u. 5 der Samenschale (Fig. 23) ein brauner Farbstoff im Inhalt und die Membranen der Schicht 3 sind gelbbraun gefärbt. Die bläuliche Farbe kommt dadurch zu stande, dafs über diesen braunen Schichten die Oxalatschicht liegt, deren mit Luft durchmischte Kriställchen den Samen bereift erscheinen lassen.

Das Endosperm ist breit, es enthält in seinen dünnwandigen Zellen zahlreiche, in ölführendes Plasma gebettete, Aleuronkörner, die in den äufseren Schichten klein (ca. 1—2 mik), in den inneren ziemlich grofs (3—7 mik) sind; im Durchschnitt beträgt ihre Gröfse 4—5,5 mik, bisweilen sind Solitäre bemerkbar. Die Aleuronkörner enthalten meist zahlreiche, oft kreisförmig angeordnete Globoide (Fig. 21) neben kleinen Kristalloiden (Fig. 20). Letztere werden von Wasser angegriffen, in welchem Medium die Grundmasse leicht sich löst. Succedane Behandlung mit Kali (Fig. 21) und Essigsäure (Fig. 22) läfst die Verhältnisse gut hervortreten. In Essigsäure beobachtet man, dafs das Grundplasma der Zelle körnige, zu einem Maschennetz vereinigte Fäden bildet, auch tritt alsdann der Zellkern deutlich hervor (Fig. 22, *Ke*). Das fette Öl — im Handel als Ol. papaveris bekannt — kann man sich mittels Schwefelsäure oder Chloral sichtbar machen Es beträgt etwa 50 Proz. des Samens.

Gegen den Keimling hin ist das Endosperm durch typisches Quellgewebe (Fig. 23, *Qu*) abgeschlossen. Der Keimling ist entsprechend der Nierenform des Samens gekrümmt (Fig. 18) und besteht aus der runden Radicula und den beiden mit den ebenen Flächen aneinander liegenden Kotyledonen (Fig. 19), die beide zusammen auch fast stielrund und wenig dicker als die Radicula sind. Beide sind kleinzellig und wenig differenziert, die Prokambiumstränge undeutlich, Palissaden noch nicht ausgebildet. Radicula und Kotyledonen enthalten die gleichen Bestandteile wie das Endosperm, doch sind die Aleuronkörner erheblich kleiner.

Die epigäe Keimung des Samens zeigt Fig. 27.

Opium.

Laudanum, Mekonium.

Das Opium ist bekanntlich der eingetrocknete Milchsaft der gegliederten Milchröhren (Fig. 10 u. 16a) der jungen Früchte und wird durch Anschneiden der Früchte kurz nach dem Abfallen der Blütenblätter und Staubfäden gewonnen. Die Einschnitte werden in Kleinasien rings um die Kapsel herumgeführt (Fig. 1). Der austretende Milchsaft erhärtet an der Kapsel selbst zu einem ca. 0,01—0,02 gr schweren Tropfen und wird alsdann mit einer flachen und stumpfen Klinge abgekratzt, die Tropfen zu Broten zusammengeknetet und die Brote in die Laubblätter der Mohnpflanze eingeschlagen. Durch das Abkratzen der Tropfen von der jungen, sehr weichen Kapsel wird fast immer ein kleines Stück der Fruchtschalepidermis von den Wundrändern mit abgerissen. Diese Fetzen der Fruchtschalepidermis finden sich denn auch stets im Opium und sind selbst im Opiumpulver noch ohne Schwierigkeit aufzufinden. Sie bilden das charakteristische Element desselben (Fig. 3). Die Zellen sind polyedrisch und sehr dickwandig und lassen eine beim Ausreifen der Frucht undeutlich werdende, in diesem Stadium aber noch sehr deutlich hervortretende Tüpfelung der Radialwände erkennen (Fig. 3). Man sollte nun erwarten, dafs man auch die Reste der Laubblätter des Mohn im

Opiumpulver auffinden könne, da dieselben so fest anhaften, dafs sie nicht davon abgelöst werden können und vor dem Pulvern auch in der That nicht von denselben abgelöst werden. Dies ist aber nur selten der Fall, besonders wohl deshalb, weil dieselben quantitativ stark in den Hintergrund treten und die stärkeren Rippen beim Sieben des Pulvers zurückbleiben. Reste der Laubblätter jedoch sind fast in jedem Pulver zu beobachten.

Die Epidermis der Oberseite der Laubblätter von Papaver somniferum besteht aus polyedrischen, dünnwandigen Zellen (Fig. 4), die Zellen der Laubblattunterseite sind schwach wellig verbogen (Fig. 5). Auf der Unterseite trägt das Blatt zahlreiche grofse Spaltöffnungen, die, da die Epidermiszellen sich von allen Seiten über dieselben vorwölben, vertieft erscheinen. Man sieht daher, wenn man sie von der Fläche betrachtet, die Begrenzungslinie der äufseren Atemhöhle (Angew. Anatomie S. 434) in Gestalt eines gestreckten Ovals über der Spaltöffnung (Fig. 5). Fragmente der Rumexfrüchte, welche bekanntlich (als Packmaterial) zwischen die Opiumbrote in die Kisten gestreut werden, habe ich bisher nur in einem (geringwertigen) Opiumpulver des Handels gefunden. Aufserdem bietet das Opiumpulver wenig Charakteristisches. Der Milchsaft ist zu mehr oder weniger grofsen Klumpen zusammengeballt. Wohl aber kann man sich die Alkaloide, die als Sulfate und Mekonate darin enthalten sind, mit den Alkaloidgruppenreagentien sichtbar machen. So giebt z. B. Jodjodkali einen feinkörnigen Niederschlag, dessen Teile oft zu dentritrisch-verzweigten Bildungen vereinigt sind. Phosphormolybdänsäure und Phosphorwolframsäure erzeugen weifse Niederschläge. Unmittelbar sind die Alkaloide im kleinasiatischen Opium auch bei Benutzung des Polarisationsmikroskopes nicht oder doch nur in Ausnahmefällen zu sehen — besser im persischen —, wohl aber kann man sie sich leicht sichtbar machen, wenn man Opiumpulver mit Kalilauge befeuchtet, eintrocknen läfst und dann auswäscht. Bei Beobachtung im polarisierten Licht sieht man alsdann über das ganze Gesichtsfeld verstreut zahllose kleine Kriställchen der durch Kali aus den Salzen in Freiheit gesetzten Alkaloide. Salpetersäure färbt das Opiumpulver orangerot.

Die behufs Gewinnung des Opiums angeschnittenen Kapseln entwickeln sich trotz der Verletzung weiter (Fig. 1), da der eingetrocknete Milchsaft zunächst wie ein Wundverschlufs wirkt und die Wunde nach und nach durch Bildung eines, vorwiegend aus den inneren Parenchymschichten entstehenden, aus papillösen, verkorkenden Zellen gebildeten Wundkallus vernarbt. Derartige Früchte erreichen zwar meist nicht die normale Gröfse, bilden aber normale Samen.

Verfälschungen des Opiums mit Mehl (meist Weizen) lassen sich mikroskopisch leicht nachweisen, da Opium gänzlich stärkefrei ist, die anderen (Gummi, Traganth, Extrakte) indirekt durch eine Alkaloidbestimmung. Am häufigsten ist jetzt die Beschwerung mit Steinchen und Bleikugeln. Die pharmakognostische Sammlung in Bern besitzt mehrere derartig verfälschte Proben aus neuester Zeit.

Tafel 17.

Erklärung der Abbildungen.

(Papaver somniferum L.)

Fig. 1. Behufs Opiumgewinnung in Kleinasien angeschnittene Mohnkapsel, die sich nach dem Anschneiden weiter entwickelt hat.

„ 2. Durchschnitt durch eine reife Mohnkapsel. *pla* Placenta, *sla* Nebenleisten.

„ 3. Fruchtwandreste im Opium.

„ 4. Epidermis des Laubblattes, Oberseite.

„ 5. „ „ „ Unterseite.

„ 6. Längsschnitt durch eine halbreife Kapsel.

„ 7a. Längsschnitt durch die Mediane der Narbe mit den Papillen.

„ 7b. Längsschnitt durch Narbe und Fruchtwand an der Stelle, wo sich die Klappe öffnet (*x . . . x*).

„ 8. Querschnitt durch die Fruchtwand einer reifen Mohnkapsel an der Ansatzstelle der Placenta.

„ 9. Epidermis der reifen Mohnkapsel, Flächenansicht.

„ 10. Tangentialer Längsschnitt durch den mittleren Teil der Fruchtwand einer halbreifen Kapsel.

„ 11. Innere Epidermis der Fruchtwand einer reifen Kapsel.

„ 12a. Lupenbild der Ansatzstelle der Placenta mit den 2 Nebenleisten (*sla*).

„ 12b. Querschnitt durch die Placenta mit 2 Samenansatzstellen (*SA*).

Fig. 13. Flächenansicht der Placenta an einer Samenansatzstelle.

„ 14. Epidermiszellen der Placenta, Flächenansicht.

„ 15. Querschnitt durch den Fruchtstiel, Randpartie.

„ 16a. Milchschläuche der Frucht. Tangentialschnitt.

„ 16b. Bastfasern aus der Randschicht des Bastbeleges eines Hauptbündels (*B* in Fig. 8).

„ 17. Same von aufsen. } Lupenbilder.

„ 18. Same, medianer Längsschnitt. } Lupenbilder.

„ 19. Same, Querschnitt. } Lupenbilder.

„ 20. Aleuronkörner des Endosperms in Alkohol.

„ 21. „ „ „ „ verd. Kalilauge.

„ 22. Endospermzelle des entfetteten Samens in Essigsäure (Plasmanetz, Zellkern).

„ 23. Querschnitt durch den Samen von aufsen bis in das Kotyledonargewebe. 1—6 Samenschale.

„ 24. Ansicht der Samenschale ohne vorherige Behandlung mit Reagentien. 1—6 von Fig. 23.

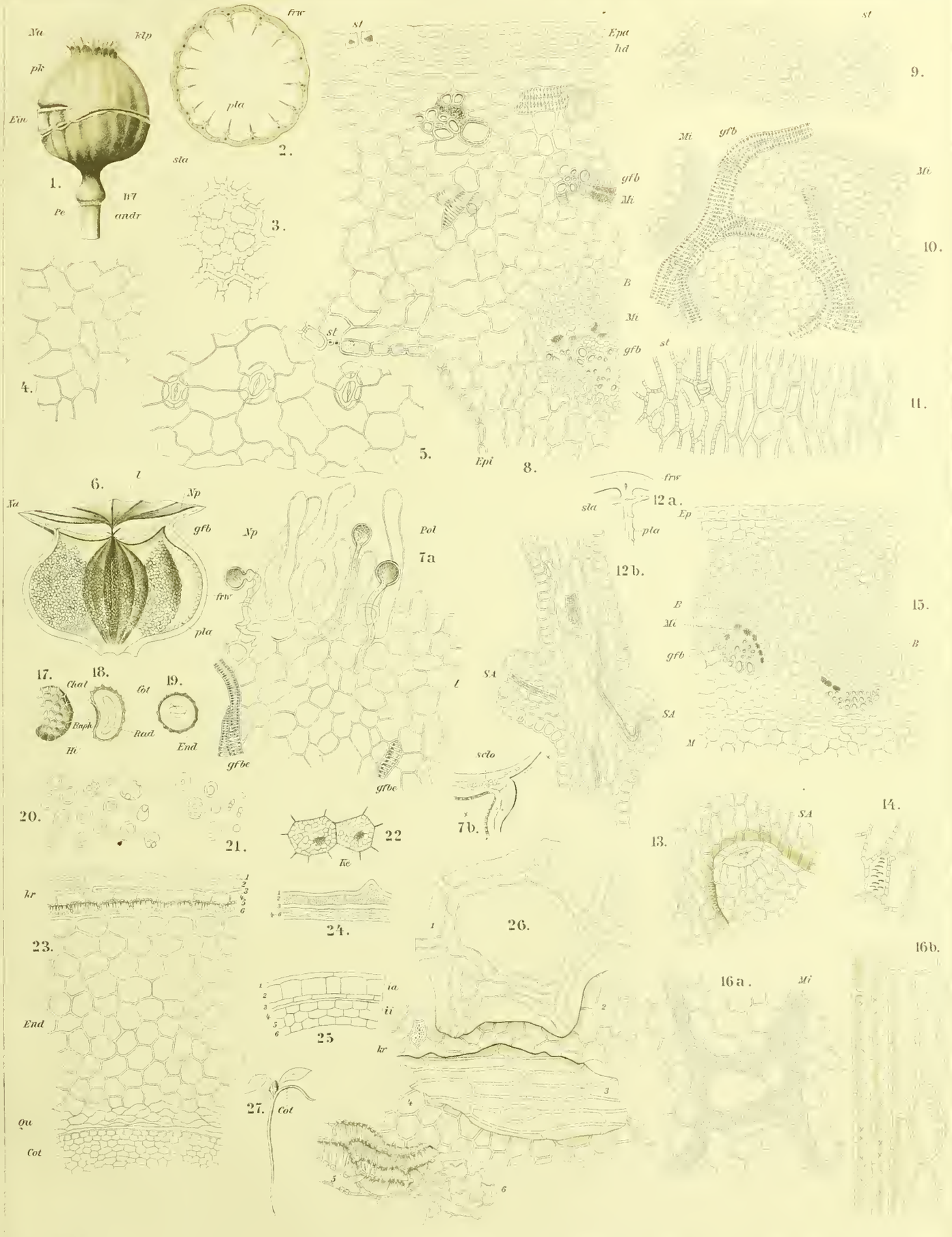
„ 25. Querschnitt durch die beiden Integumente des Ovulums. 1—6 korrespondieren mit Fig. 23 und 24.

„ 26. Flächenansichten der einzelnen Schichten der Samenschale. 1—6 mit Fig. 23 korrespondierend.

„ 27. Keimender Same.

Papaver.

Taf. 17.



Kaffee.

Sem. Coffeae, Café, Coffee.

Von den Coffeaarten wird Coffea arabica L. und in neuerer Zeit auch die grofsblätterige C. liberica Bull. kultiviert. Die Blüten von Coffea arabica stehen in dichten cymösen Infloreszenzen (Scheinquirlen) in den Achseln der oft 20 cm grofsen, gegenständigen, durch schuppenförmige, interpetiolare Nebenblätter am Grunde verbundenen Blätter (Fig. 1). Die Infloreszenzen sind bei C. liberica meist reichblütiger und demgemäfs ist diese Art denn auch reicher an Früchten. Ich zählte in Java oft 25 und mehr Früchte in jedem Doppel-Fruchtstande, und dies in den Achseln von 7—10 aufeinander folgenden Blattpaaren. Auch entwickeln sich hier oft die Vorblätter der Blüten (s. unten) zu grofsen deckblattartigen Gebilden, die aus dem dichten Fruchtstande hervorragen.

An jedem Knoten liegen 2 achselständige Infloreszenzen (Fig. 1) einander gegenüber. Im einfachsten Falle sind es dreiblütige Dichasien, eine Mittelblüte und 2 Seitenblüten meist jedoch sind die Cymen durch komplizierte, aber wie es scheint immer cymöse Verzweigungen weiter geteilt. Präpariert man eine Blüte heraus, so findet man, dass dieselbe im vollkommensten Falle von einem zweifachen Aufsen- oder Hüllkelche (Calyculus) behüllt ist. Der innere und der äufsere Calyculus bestehen aus je zwei verwachsenen Blättern (Fig. 5, *Calyc A* u. *I*). Sowohl der innere wie der äufsere Calyculus sind becherförmig, beide am oberen Rande durch einzellige, dickwandige, bisweilen zweistrahlige Haare bewimpert. Die Blätter alternieren. Aufserhalb des äufseren Calyculus und mit dessen Blättern in Alternanz finden sich ovale Hochblätter (Bracteolen, Vorblätter, Fig. 5, *Va*) und aufserhalb des inneren Calyculus in Alternanz mit den ebengenannten Vorblättern kleine schuppenförmige Vorblätter (Fig. 5, *Vi*), die also über den Blättern des äufseren Calyculus liegen. Das ganze Gebilde besteht also aus 8 Blättchen, von denen vier Hochblattcharakter besitzen und vier zu 2 Bechern verwachsen sind. Die Vorblätter wachsen oft zu grofsen laubblattartigen Gebilden aus (s. oben). Es kommt übrigens auch vor, dafs der Calyculus nicht nur eine, sondern mehrere, dann meist drei, Blüten, also ein kleines Dichasium und dafs der äufsere (untere) Calyculus mehrere Blüten oder Dichasien, die mit besonderen (inneren) Calyculis versehen sind, behüllt.

Die weifsen, sehr wohlriechenden, gamopetalen Blüten sind hermaphrodit, proterandrisch, zoidiophil, im Knospenzustande oft von einem dichten (von Kolleteren erzeugten) Harzbalsam überzogen, der nicht selten die ganze Infloreszenz verklebt. Die Blumenkronenröhre ist gerade, die Korollenzipfel in der Knospenlage gedreht, aufgeblüht präsentiertellerförmig. Die Stamina sind im Schlunde der Korolle angeheftet, ragen aus dem Schlunde hervor und sind nach dem Verstäuben gedreht. Der Kelch ist auf 5 kleine Zähne reduziert (Fig. 7, *Se*), an der Spitze trägt der Fruchtknoten einen Diskus (Fig. 7, *Dis*), in dessen vertiefter Mitte der Griffel inseriert ist (Fig. 7, *Grf*), der mit den 2 Narben aus der Krone herausragt. Der Fruchtknoten ist schlank, zweifächerig (Fig. 7). Unterhalb des Griffelansatzes erkennt man auf Querschnitten durch das unter dem Diskus liegende Fruchtknotengewebe das leitende Gewebe, in dem die Pollenschläuche abwärts wandern (Fig. 7, *l*). Dasselbe ist im oberen Teile im Querschnitte rund, wird tiefer unten gestreckt spaltenförmig und verbreitert sich dann an den Spaltenden keulenförmig, so dass dasselbe nunmehr die Form einer Hantel besitzt. Jedes der beiden breiten Enden liegt über einem Fruchtknotenfach. So werden die als ein Bündel oben eintretenden Pollenschläuche halbwegs in 2 Bahnen zu je einem Fruchtknotenfache, zu je einem Ovulum geleitet. Die Ovula sind in der Mitte der Scheidewand horizontal angeheftet und anatrop (Fig. 10), die Mikropyle liegt schräg nach unten.

Nach erfolgter Befruchtung fällt die Kronenröhre ab. Der Griffel vertrocknet und geht zu Grunde, ebenso die Sepala und nur der Diskus bleibt erhalten. Der Fruchtknoten schwillt stark an (Fig. 9).

In diesem Entwicklungsstadium, in dem sich der Diskus noch kräftig abhebt (Fig. 9, *Dis*) und auch die Sepala noch als Spitzchen erhalten sind (Fig. 9, *Se*), bietet der Fruchtknoten das in Fig. 10 dargestellte Durchschnittsbild. Das Gewebe der Fruchtknotenwand ist noch sehr gleichförmig, doch ist auch schon jetzt eine innere engzelligere Schicht gegen das Fruchtfach hin differenziert. Das übrige Gewebe besteht aus ziemlich derbwandigem Parenchym, in welches ein innerer Kreis gröfserer und ein äufserer Kreis kleinerer Gefäfsbündel eingebettet ist. Die inneren Bündel entsenden ihre Enden in den Diskus, die äufseren in die Sepala (Fig. 9). Zahlreiche Zellen mit Kalkoxalatkristallsand, dessen Einzelkristalle relativ grofs sind, durchsetzen das Parenchym regel-

los. In den Ovulis ist bereits Endospermbildung wahrzunehmen. Bei den weiteren Entwicklungsstadien der Frucht tritt, wenn dieselbe eine Dicke von etwa 2,5 mm erreicht hat (Fig. 11), schon eine viel deutlichere Sonderung des Endokarps hervor. Innerhalb des dichten inneren Gefäfsbündelkreises liegt ein deutlich von dem Übrigen sich abhebendes engzelliges Gewebe. Das Kalkoxalat ist stark zurückgegangen und nur noch in relativ wenigen Zellen rings um das Endokarp wahrnehmbar. Die jungen Samenanlagen sind stark gewachsen und füllen das Fruchtfach ganz aus. Durch starke Vermehrung des Endosperms ist die Samenanlage so herangewachsen, dafs der kurze Funiculus beiseite gedrückt wird (Fig. 11).

Im nächsten Entwicklungsstadium, wenn die Frucht etwa einen Durchmesser von 3 mm erreicht hat, sind die drei Schichten des Endokarps bereits deutlich differenziert (Fig. 15). Innerhalb des inneren Gefäfsbündelkreises folgt auf das rundliche Parenchym eine einreihige Schicht, deren Zellen bereits jetzt eine schwache Radialstreckung zeigen (Fig. 15, 5), dann folgt eine mehrreihige Zone enger Zellen (Fig. 15, 6) und endlich eine ebenfalls mehrreihige Schicht stark tangential gestreckter Zellen (Fig. 15, 7). Der Same zeigt im Querschnitte keulenförmige Gestalt (Fig. 12). Die Krümmung ist bald gleichsinnig, bald gegensinnig. Auch die Samenschale zeigt schon Differenzierung. Die äufserste Schicht besteht aus einer Reihe dickwandiger Zellen (Fig. 15, 8), dann folgen mehrere Reihen dünnwandigen, stärkeführenden Parenchyms, von denen die innersten meist mehr oder weniger tangential gestreckt sind (Fig. 15, 9). Die ganze Samenschale (*ss*) scheint aus einem Integumente hervorzugehen. Das Endosperm ist noch dünnwandig und führt in vielen Zellen auffallenderweise Kalkoxalat, das später verschwindet, aber noch in Früchten von 10 mm Durchmesser vorhanden war.

Auf der Oberfläche der Früchte findet man oft auf kleine Polster emporgehobene Wasserspalten.

Hat die Frucht einen Durchmesser von 10 mm erreicht, so ist das Endokarp noch klarer differenziert. Die palissadenartige Streckung der Schicht 5 ist nunmehr deutlich, die Schicht 6 sklerotisch geworden und die Schicht 7 etwas stärker verdickt (Fig. 16, 5—7). Auch in der Samenschale sind Veränderungen vorgegangen. Einige Zellen der Epidermis haben sich sklerotisch verdickt (Fig. 16, 8), und die innersten Schichten des Samenschalenparenchyms (Fig. 16, 9) sind — nährschichtartig — obliteriert. Die Endospermzellen zeigen bereits Verdickung an den Wänden (Fig. 16, *End*). In diesem Stadium erfolgt auch eine zweite Umkrümmung des Samens. Während durch den Druck infolge der weiteren Entwicklung des Samens der Funiculus anfangs gegen die Fruchtfachecke geschoben wurde, wird er nunmehr wieder nach der Mitte der Scheidewand gedrückt. Das am stärksten wachsende, der Ansatzstelle entgegengesetzte Ende des Samens krümmt sich um und schiebt sich zwischen Funiculus und Scheidewand ein (Fig. 13).

Die reife Frucht hat einen Durchmesser von ca. 18 mm und eine rote kirschenähnliche Farbe — daher auch von den Pflanzern „Kirsche“ genannt —, obwohl noch zahlreiche Chlorophyllkörner erhalten geblieben sind. Die Fruchtschale zeigt folgenden Bau. Die Epidermis (Fig. 17 u. 18, 1) besteht aus polyedrischen Zellen mit ziemlich dicken Wandungen, zwischen denen Spaltöffnungen (mit je 2 Nebenzellen) häufig angetroffen werden (Fig. 18, 1). Das darunter liegende Parenchym ist dickwandig und führt bisweilen Kristalle. Der Kristallsand ist meist verschwunden oder doch nur in den das Endokarp umgebenden Schichten wahrzunehmen. In ihm liegt der äufsere Bündelkreis. Dann folgt eine obliterierte Schicht (Fig. 17 u. 18, 3), die mittlere Zone des Mesokarps, die durch das starke Anwachsen der nächstfolgenden Zone (5) zusammengedrückt wurde (bisweilen unterbleibt auch die Obliteration). In ihr verläuft der innere Bündelkreis (Fig. 17 u. 18, 4). Diese Bündel führen, ebenso wie die äufseren, Ring-, Spiral- und getüpfelte Gefäfse (Fig. 18, 4 *Gf*) und werden von Bastfasern (*B*) und kurzen sklerotischen Fasern begleitet. Oft umgiebt das strahlig gebaute Bündel eine dichte Bastzellscheide, deren dickwandige Bastzellen über 1 mm lang und 20—25 mik breit sind. Die nun folgende Palissadenschicht (Fig. 17 u. 18, 5) — aus Schicht 5 der Fig. 15 u. 16 durch starke Streckung der Zellen entstanden — besteht aus radial gestellten, oft etwas gekrümmten Zellen mit stark verschleimten Wänden und unregelmäfsigem Lumen (Fig. 18, 5). Die Schleimmembran wird erst kurz vor der Reife angelegt. An den äufseren Seiten der Fruchtschale ist die Schleimpalissadenschicht breit, an der Scheidewand relativ schmal. Sie fehlt aber auch hier nicht.

Die eben beschriebene äufsere Fruchtschale ist ein Kaffeesurrogat (Sacca oder Sultankaffee). Das wichtigste diagnostische Merkmal ist die Epidermis. Die Sclereiden der Pergamenthülle sind selten darin zu finden. Da in der Fruchtschale Zucker enthalten ist, liefert dieselbe vergoren ein alkoholisches Getränk (arab. Gischr).

An die Palissadenschicht schliefst sich die Pergamenthülle, die sklerotisierte Schicht, an (Fig. 17 u. 19, 6), die das Endokarp bildet. Die Kaffeefrucht ist also eine Drupa oder Steinbeere. Die Zellen dieser nach aufsen unregelmäfsig begrenzten Zone sind sehr verschieden gestaltet, und kann man ihre Verschiedengestaltigkeit am besten erkennen, wenn man die ganze Schicht mit Schultzescher Macerationsflüssigkeit behandelt, also die Zellen isoliert. Man sieht alsdann (Fig. 19), dafs neben kleinen und kurzen Zellen gestreckte und gekrümmte und gegabelte Formen und solche mit mannigfachen Ausstülpungen auftreten und kann leicht feststellen, dafs die Zellen dadurch miteinander fest verzahnt sind, dafs die Zähne der einen Zelle in Ausbuchtungen einer benachbarten eingreifen. Dadurch entsteht ein gegen Zug sehr widerstandsfähiges, festes Gefüge. Die Sclereiden selbst zeigen eine deutliche Schichtung (Fig. 19). An den Stellen, wo die Samen angewachsen sind, also der Funiculus liegt und das Funicularbündel eindringt, ist die Hartschichte auf eine Strecke unterbrochen. Es entsteht hier ein schmaler Spalt. Derselbe ist auch bei dem samt der Pergamenthülle herausgelösten Samen als Längsspalt auf der flachen Seite deutlich erkennbar (*x*, Fig. 2). Nicht selten dringt die Hartschichte an den Rändern des Längsspaltes auch noch

ein Stück in die Samenfalte vor (Fig. 8, *Ek*), eine Schleife bildend (bei *x*, Fig. 8). Auf die Hartschicht, die Pergamenthülle, folgt eine schmale Zone obliterierten Gewebes, die meist eine braune Farbe angenommen hat (Fig. 17, 7). Für gewöhnlich liegt in jedem der beiden Fruchtfächer ein Same. Es kommt jedoch auch vor, dafs nur ein Ovulum sich entwickelt, das andere, da nicht befruchtet, abortiert und das erstere alsdann beim Heranwachsen zum Samen, die Scheidewand beiseite drückend, die ganze Fruchthöhle erfüllt. Der Same ist alsdann rund und nicht plankonvex im Querschnitte (Perlkaffee), das Endosperm fast spiralig eingerollt.

Die Samenschale zeigt in der reifen Frucht folgenden Bau. Zu äufserst liegt die Epidermis, von der einzelne Zellen zu sehr charakteristischen Sclereiden umgebildet sind (Fig. 17, 8, 20 u. 21), welche den Silberglanz der Samenhaut oder Silberhaut bedingen. Die äufseren Schichten des Samenschalenparenchyms sind normal erhalten, die inneren wie eine Nährschicht (Angew. Anatomie S. 459) obliteriert (Fig. 17, 9) und nunmehr stärkefrei. Diese Zellen sind rechtwinklig zur Längsachse des Samens gestreckt. Ihre Obliteration bewirkt die Lostrennung der anfangs dem Endosperm fest anhaftenden Samenhaut, die vom reifen Samen sich leicht loslösen läfst. Da die eigentümliche Faltung des Samens, die dem Querschnittsbilde des reifen Kaffeesamens ein so charakteristisches Aussehen verleiht (Fig. 6), erst nachträglich an der Samenanlage sich vollzieht, so mufs natürlich die Samenschale, die den äufseren, gegen die Fruchtwand zu gelegenen Teil des Samens als silberglänzende, leicht ablösbare Haut bedeckt, auch in die an der Scheidewandseite gelegene Falte eindringen. In der That findet man denn auch hier die charakteristische, sich ebenfalls leicht ablösende Haut. Die Epidermal-Sclereiden der Samenschale sind aufserordentlich charakteristisch und, obwohl ihre Gestalt in ziemlich weiten Grenzen variiert, doch leicht auf den ersten Blick zu erkennen. Fig. 20 u. 21 geben ein Bild der Formenmannigfaltigkeit. Bald sind die Zellen kurz und breit, bald gekrümmt, ausgebuchtet oder verbogen, bald gerade oder stabförmig, immer aber bleibt die Membran (für Sclereiden) relativ dünn (10—12 mik). An der äufseren, konvexen Seite des Samens sind die Sclereiden im allgemeinen ebenso gestaltet wie in der Samenhautfalte an der ebenen Furchenseite, doch zeigen sie an der konvexen Seite des Samens oftmals eine entschiedenere Tendenz zur Längsstreckung (Fig. 20), offenbar eine Folge der mit der fortschreitenden Volumvergröfserung des Samens verknüpften Zugwirkung. So beträgt die Länge auf der konvexen Seite oft 500, 650, ja 730 mik, eine Länge, die sie in der Falte nur selten erreichen. Übrigens ist die Länge sehr variabel. Die kürzesten sind 90—150 mik lang. Ihre Breite schwankt zwischen 30, 35—40 (der häufigste Wert) und 65 mik. Die Streckung erfolgt meist in der Richtung der Längsachse des Samens. Oft zeigen die Sclereiden auch eine Neigung zu Zwillings- oder Drillingsbildungen (Fig. 20 u. 21), d. h. es legen sich zwei oder drei dicht aneinander. Die Tüpfel sind variabel, meist sind sie gestreckt oval, oft linksschief gestellt, aber auch einerseits rundliche, andererseits spaltenförmige finden sich. Man kann sie daher zu jener Gruppe von Mittelformen zwischen Bastzellen und Sclereiden stellen, die ich Librosclereiden (oben S. 34) genannt habe. Sie enthalten meist Luft, bisweilen einen braunen Phlobaphenklumpen. Ihre Wand ist — wie die Reaktion mit Phloroglucin-Salzsäure zeigt — verholzt.

In der Furche, welche auf der flachen Seite des Samens liegt (Fig. 3 u. 6), läuft das Raphebündel, welches am oberen Teile des Fruchtfaches — an der Anheftungsstelle des Ovulums — seinen Anschlufs an die Scheidewandbündel findet. Das Raphebündel kann man sich sehr schön sichtbar machen, wenn man die Samen in Wasser einquillt, dann die Samenhaut (Samenschale) mit der Nadel aus der Furche herauslöst und die leicht in toto sich loslösende Haut in Chloral einlegt. Man sieht alsdann, dafs es aus ziemlich zahlreichen, sehr zarten Spiralgefäfsen besteht, die eine Weite von 7—11 mik besitzen. Dies Raphebündel entsendet eine Anzahl, im rechten Winkel nach links und rechts sich abzweigender, noch zarterer, meist nur 2 Gefäfse führender Nebenbündel, die ein Stück weit in der Samenschale der Falte sich verfolgen lassen, aber nicht auf die konvexe Seite des Samens herübertreten, welche Seite gänzlich bündelfrei ist.

Die Faltung des Samens ist der Regel nach nicht gleichsinnig, wie ein Querschnitt durch die reife Frucht sofort zeigt (Fig. 6). Die beiden Falten der mit den ebenen Flächen an die Scheidewand grenzenden Samen bilden vielmehr eine ∾-förmige Linie.

Das Endosperm, welches bei weitem die Hauptmasse des Samens ausmacht, besteht aus ziemlich derbwandigen Zellen, die besonders in den äufseren Partien etwas radial gestreckt, dann fast isodiametrisch sind (Fig. 17, *End*). Ihre Wand ist sehr eigentümlich leistenförmig verdickt. Dicke der Wand an den Leisten ca. 15 mik, an den dünnen Partien 4—6 mik. Meist sind es einfache oder verzweigte Ringleisten (Fig. 25), die Wand erscheint daher (querdurchschnitten) knotig verdickt, perlschnurartig (Fig. 16, 17, 25). Sie besteht aus Cellulose, wird also durch Jodschwefelsäure unter Blaufärbung gelöst. Sie enthalten, neben reichlichem Plasma, fettes Öl und einen mit Kalipyrochromat sich rotbraun färbenden Gerbstoff. Auch das Coffein ist in ihnen enthalten. Durch Schwefelsäure allein tritt Rotfärbung ein, es ist also auch Zucker zugegen, denn Zucker, Eiweifs und Schwefelsäure geben Rotfärbung (Raspailsche Reaktion). Der Farbstoff wird von den Öltropfen aufgenommen. Stärke ist sehr selten, die kleinen Mengen, die man in jungen Samen findet, verschwinden bei Beginn der Verdickung der Wand. Der Kristallsand, der im jungen Endosperm sich fand, ist verschwunden, also verbraucht (Angew. Anatomie S. 112).

In der Mitte wird das ganze Endosperm von einem Längsspalt durchzogen (Fig. 6 u. 14, *sp*), der mit Quellgewebe (Angew. Anatomie S. 311) ausgefüllt ist und schon beim Lupenbilde deutlich hervortritt. Das Quellgewebe besteht aus dünnwandigen, plasmareichen, oft obliterierten oder verschleimten Zellen, die leicht in Wasser aufquellen und deren Wand nicht auf Cellulose reagiert. Es kommt hier dadurch zu stande, dafs die Verdickung der Endospermzellen nicht bis zur Endospermmitte fortschreitet, sondern kurz vor derselben

Halt macht. Der von Quellgewebe erfüllte Spalt wird also erst dann sichtbar, wenn die Zellen sich verdickt haben. In das Quellgewebe wachsen die Kotyledonen hinein, wenn bei der Keimung das Würzelchen, dessen Spitze ganz oberflächlich liegt und daher schon am ungequollenen Samen sichtbar ist (Fig. 4, *rad*), die Hülle durchbohrt und im Boden sich befestigt hat. Das Quellgewebe vermittelt die Aufnahme des in dem Endosperm aufgehäuften Reservematerials: des Öls, des Plasmas, der Reservecellulose seitens der Kotyledonen.

Läfst man einen Schnitt in Chloral eintrocknen, so tritt im Inhalte aller Endospermzellen eine schön rot-violette Färbung ein, die man auch bisweilen schon beim Einlegen in Chloral beobachtet. Durch Phosphormolybdänsäure wird der Inhalt der Endospermzellen tief orangerot gefärbt, durch Ammoniak hellgelb; beim Liegen an der Luft werden die mit Ammoniak befeuchteten Schnitte bald grün (Viridinsäurebildung aus der Kaffeegerbsäure). Auch Kali färbt hellgelb, Eisenchlorid grünlich (Gerbsäure); der Zucker läfst sich mit Fehlingscher Lösung nachweisen, das fette Öl mittels Schwefelsäure (Zusammenfliefsen der Tropfen) oder Über-Osmiumsäure (Graubraunfärbung). Quecksilberchlorid-Lösung zu einigen in Wasser liegenden Schnitten getropft, erzeugt einen flockigen, weifsen Niederschlag, läfst man eintrocknen und setzt dann wieder Wasser hinzu, so sieht man über das ganze Gesichtsfeld verteilt kleine rundliche und eckige, vielgestaltige Körnchen (Kriställchen) von lichtbräunlicher Farbe, aus denen da und dort kleine Kristallnadeln herausgewachsen sind. Einige erscheinen geradezu stachlig. Wird ein Schnitt durch eine über Nacht in Wasser aufgeweichte Kaffeebohne (das überstehende Wasser nimmt hierbei eine grüne Farbe an, feuchte Bohnen werden auf der ganzen Oberfläche grün: Bildung von Viridinsäure) in einen Tropfen rauchende Salzsäure gelegt, dann ein Tropfen nicht zu konzentrierte Goldchloridlösung zugesetzt und freiwillig abdunsten gelassen, so schiefsen Nadeln und Nadelbüschel von Coffein-Goldchlorid ($C_8H_{10}N_4O_2HClAuCl_3$) am Rande des Tropfens an (Fig. 31). Das fette Öl der Zellen färbt sich violett. Das Coffein kann auch durch folgende Reaktionen erkannt werden. Man übergiefst vier nicht zu dünne Schnitte mit etwas konzentrierter Salzsäure, setzt ein Kriställchen Kaliumchlorat ($KClO_3$) hinzu und dampft auf dem Wasserbade im Porzellanschälchen zur Trockne. Bald färben sich die Schnitte blauschwarz. Bringt man nun vorsichtig nach dem Erkalten starkes Ammoniak hinzu, so färben sich sowohl die Schnitte wie der Rückstand prachtvoll purpurrot infolge Bildung von Murexoin (Tetramethylmurexid $C_8[CH_3]_4N_5O_6NH_4$).

Werden einige Schnitte in einem Schälchen nach Zusatz einiger Körnchen Kaliumbromat ($KBrO_3$) mit Eisessig übergossen und das Ganze zur Trockne verdunstet, so erhält man einen schön dunkelrotbraunen kristallinischen Rückstand. Hierbei entsteht zunächst Amalinsäure (Tetramethylalloxantin $C_8[CH_3]_4N_4O_7$).

Erwärmt man einige in Wasser liegende Schnitte über der Flamme bis auf 90° und läfst dann langsam eintrocknen, so sieht man da und dort — nicht sehr häufig — Nadeln und Blättchen auskristallisierten Coffeins (Fig. 30).

Der Keimling, den man sich aus in Wasser eingequollenen Samen leicht mit Nadel, Skalpell und Pincette herauspräparieren oder durch Einlegen in Kali herausschlüpfen lassen kann, liegt am basalen Teile des Samens, also an dem der Spitze der Frucht, die sich durch den noch wohl erhaltenen Diskus mit seiner Centralmulde leicht bemerkbar macht (Fig. 14, *Dis* u. Fig. 1), entgegengesetzten Ende (Fig. 14, *Em*), die Kotyledonen in dem Endospermspalt, der nach oben hin in den Quellgewebsstreifen (s. oben) übergeht. Die Radicula ist nicht direkt nach unten gerichtet, sondern schief zur Seite, so dafs der kleine, am eingequollenen Samen leicht bemerkbare Radicularbuckel gegen die rechte Seite hin gerückt ist (Fig. 4, *rad*). Die Kotyledonen sind breit herzförmig und lassen deutlich beim Einlegen in Chloralhydratlösung drei Hauptnerven erkennen, von denen besonders der mittlere mehrere Gabelungen zeigt (Fig. 22, *cot*). Die Radicula ist keulenförmig (Fig. 22, *rad*). Sie tritt sehr leicht schon nach mehrtägigem Einquellen der Handelsware in Wasser infolge starker Quellung des „Quellgewebes“ aus dem Samen hervor und kann schon durch wenigstündiges Einlegen in verdünntes Kali zum Herausschlüpfen gebracht werden. Beide, Kotyledonen und Radicula, bestehen aus plasma- und ölreichem, meristematischem Parenchym. Die Nerven sind nur als Prokambiumstränge angelegt (Fig. 23 u. 24, *proc*), zu Gefäfsbündeln noch nicht entwickelt. Bei der Radicula umgiebt ein Prokambiumcylinder das centrale Mark (Fig. 23).

Bei der (epigäen) Keimung der Samen saugen die Kotyledonen zunächst das Endosperm aus und treten dann, sich stark vergröfsernd und ergrünend, über die Erde (Fig. 26, *cot*). Aus der im Samen kaum wahrnehmbaren Plumula entwickelt sich rasch der beblätterte Sprofs (Fig. 26).

Die Bearbeitung der Kaffeefrucht behufs Gewinnung der Samen in den Kaffee bauenden Ländern läfst sich leicht aus den anatomischen Verhältnissen verstehen. Der Pulper (Tschirch, Indische Heil- und Nutzpflanzen S. 68) zertrümmert die Früchte und löst die äufseren Schichten der Fruchtschale meist an der Grenze der Palissadenschicht (s. oben) los, die beiden Samen isolierend. Mit den Resten der Palissadenschicht und dem Sclereidenpanzer bedeckt, gelangt der Kaffee in die Gärcisterne, wo die erstere abfault. Durch das Peitschen von in der Cisterne in Drehung versetzten Rädern wird die Palissadenschicht vollends entfernt. Der Kaffee verläfst nun die Cisterne, bedeckt von dem Endokarp (der Pergamenthülle, hoornschil [holl.], gabah [mal.], dem Pergament [engl.]), welches deutlich die Längsspalte auf der ebenen Seite erkennen läfst (Fig. 2) und wird nun getrocknet. So stellt er den „Kaffee in der Hornschale“ oder „Pergamentkaffee“ dar. Er gelangt nunmehr in die Schälapparate (den Peeler), in denen die Pergamenthülle zertrümmert und ein Teil der Samenschale („Silberhaut“) abgescheuert wird. In den Abblaseapparaten (Winnower) werden die Endokarp- und Silberhautreste abgeblasen. Der fertige Kaffee des Handels ist daher der auf der konvexen Seite nackte

oder mit den Samenschalresten bedeckte, in der Falte stets die Samenschale noch führende Same der Kaffeefrucht.

Gemahlener Kaffee ist leicht an den sehr charakteristischen Endospermzellen zu erkennen (Fig. 17 und 25), deren eigentümliche Verdickungsleisten selbst an kleinen Stücken deutlich hervortreten. Ebenso klar treten auch die Librosclereiden der Samenschale hervor (Fig. 20 u. 21). Die sehr zarten (s. oben) Gefäfse des Raphebündels und seiner Äste (Fig. 21), die man an den Samen des Handels meist noch findet, sind im gemahlenen Kaffee sehr selten anzutreffen. Elemente des kleinen Keimlings sind nur selten deutlich. Der geröstete, also braune Kaffee, wird, bevor man ihn mikroskopisch untersucht, zuvor mit Schultzescher Macerationsflüssigkeit behandelt.

Die Surrogate und Verfälschungen des Kaffee. Cichorie, Feigen, Taraxacum, Rüben, Eicheln, Siliqua dulcis, Dattelkerne, Cerealien und Leguminosenfrüchte werden auf besonderen Tafeln abgehandelt werden. Keines derselben zeigt die für den Kaffee charakteristischen Librosclereiden und Endospermzellen.

Folia Coffeae.

Kaffeeblätter, Kaffeethee.

Die Blätter des Kaffeestrauches sind gemahlen und geröstet ein Surrogat des Thees. Sie sind länglich-elliptisch, ganzrandig, in den kurzen Blattstiel verschmälert, länglich-zugespitzt, kahl, relativ dünn, lederartig, bis 25 cm lang. Ein Hauptnerv durchzieht das Blatt. Die Sekundärnerven setzen sich im spitzen Winkel (von etwa 45°) an den Hauptnerven an und anastomosieren in scharfem Bogen mittels eines Tertiärnerven des nächsthöheren miteinander.

Der Hauptnerv führt ein konzentrisch gebautes Bündel (Fig. 27) mit central gelegenem, strahlig angeordnetem Holzteil (*gth*) und peripherisch rings um letzteren herumlaufendem Siebteil, dessen Elemente stark obliteriert sind (*sb*). Im und am Siebteile liegen zahlreiche Bastzellen (Fig. 27, *B*). In dem stark nach unten hervortretenden Teile liegt ein Kollenchymstreifen (*col*). Unter der oberen Epidermis (*Epo*) liegt eine Reihe schmaler Palissaden (*p*), von denen immer mehrere einer Trichterzelle (*T*) aufgesetzt sind. An Stelle dieser Trichter- oder Sammelzellen (Angew. Anatomie S. 317) findet man bisweilen eine zweite Reihe Palissaden. Besonders in den Trichterzellen, aber auch sonst im Mesophyll findet sich grobkörniger Kalkoxalat-Kristallsand (Fig. 27, *kr*), der überhaupt bei den Rubiaceen häufig ist. Die an die Palissaden grenzende Zellschicht enthält auch sonst bei Blättern oft Kalkoxalat (Angew. Anatomie S. 102). Das Merenchym (*mer*) ist reich durchlüftet. Die Epidermis der Blattunterseite trägt zahlreiche Spaltöffnungen mit grofsem, durch Emporziehen der Kuticularleiste (Angew. Anatomie S. 433) entstandenem Vorhofe (Fig. 27, *st*).

Die Flächenansicht der Epidermen zeigt, dafs die Epidermis der Oberseite polyedrische Zellen mit fast geraden oder doch nur schwach welligen Wänden besitzt und spaltöffnungsfrei ist (Fig. 28), die Epidermis der Unterseite dagegen Zellen mit welligen Wänden zeigt und sehr reichlich mit Spaltöffnungen besetzt ist (Fig. 29), die im längsten Durchmesser 30—34 mik, im Querdurchmesser 25—27 mik messen und von zwei Nebenzellen eingeschlossen sind (Fig. 29, *st*).

Tafel 18.

Erklärung der Abbildungen.

(Coffea arabica und liberica.)

Fig. 1. Fruchtstand von Coffea liberica.
„ 2—4 u. 6—26. Coffea arabica. 27—29 Coffea liberica.
„ 2. Kaffeesame in der Hornschale (Pergamenthülle). *x* Längsspalt.
„ 3. Same von der planen Seite (Bauchseite).
„ 4. „ „ „ konvexen Seite (Rückenseite).
„ 5. Infloreszenz von Coffea liberica. *Calyc. I* und *Calyc. A*, innerer und äufserer Calyculus, *Va*, *Vi* Vorblätter.
„ 6. Reife Kaffeefrucht, quer durchschnitten.
„ 7. Längsschnitt durch den Fruchtknoten.
„ 8. Ansatzstelle der Samen an der Scheidewand bei der reifen Frucht. *Ek* Endokarp.
„ 9. Längsschnitt durch eine sehr junge Frucht.
„ 10. Querschnitt durch dieselbe Frucht.
„ 11—13. Querschnitte durch ältere Früchte. Bei Fig. 13 ist schon die doppelte Umkrümmung des Samens sichtbar.
„ 14. Längsschnitt durch die reife Frucht. Im linken Fruchtfache ist der Same median längsdurchschnitten, im rechten etwas excentrisch.
„ 15. Querschnitt durch die junge Frucht- und Samenschale einer Frucht im Entwickelungsstadium der Fig. 12.
„ 16. Querschnitt durch die Frucht- und Samenschale einer etwas älteren Frucht.
Fig. 17. Querschnitt durch die Frucht- und Samenschale einer reifen Frucht. Die kleinen Zahlen in Fig. 15—19 entsprechen einander und bezeichnen die korrespondierenden Gewebe.
„ 18. Flächenansichten der Gewebe der Fruchtschale bis zur Palissadenschicht.
„ 19. Die Elemente der Pergamenthülle, mit Schultzescher Macerationsflüssigkeit isoliert.
„ 20. Samenschale (Silberhaut) von der konvexen Seite des Samens, Flächenansicht.
„ 21. Samenschale aus der Samenfalte, Flächenansicht.
„ 22. Der Keimling herauspräpariert in Chloral. Der zweite Kotyledon ist abgetrennt.
„ 23. Querschnitt durch die Radicula des Keimlings.
„ 24. Querschnitt durch den Rand eines Kotyledon.
„ 25. Endospermzellen des Samens.
„ 26. Vorgerücktes Keimungsstadium des Samens.
„ 27. Querschnitt durch das Blatt an der Mittelrippe.
„ 28. Epidermis der Blattoberseite.
„ 29. „ „ Blattunterseite.
„ 30. Coffein.
„ 31. Coffeingoldchlorid.

Druck v. Oscar Brandstetter, Leipzig.

Fol. menthae piperitae.

Pfefferminzblätter, Feuilles de Menthe poivrée, Peppermint.

Die Blätter der Pfefferminze, Mentha piperita L., sind eilanzettlich bis eiförmig-länglich, zugespitzt, an der Basis in den bis 10 mm langen Blattstiel verschmälert, meist ungleich sägezähnig, mit dreieckigen Zähnen, 3—7 cm lang (je nach dem Alter), wie bei allen Labiaten zu dekussierten Blattpaaren am viereckigen Stengel vereinigt. Der Mittelnerv tritt deutlich, besonders an der etwas helleren Unterseite, hervor. Die Sekundärnerven gehen von ihm in seichten Bögen ab, krümmen sich dann nach oben bogenförmig um und anastomosieren so mit den nächsthöher liegenden. Jeder der Sekundärnerven entsendet nach je 2 Blattzähnen zarte Äste, so dafs also immer 2 Blattzähne, meist ein gröfserer oberer und ein kleinerer tiefer liegender von einem Sekundärnerven gespeist werden (Fig. 3). Der Nerv *a—b* (Fig. 6) sendet z. B. Äste nach dem grofsen Zahn *c* und dem kleinen Zahn *d*. Obwohl nicht immer, aber im typischen Falle, wechseln nämlich gröfsere mit kleineren Sägezähnen ab (Fig. 3). Die Nervatur der Zähne ist sehr charakteristisch (Fig. 6). Das stark verbreiterte Bündel kurzer Endigungen liegt unter der Wasserspalten tragenden Zahnspitze und entsendet einen nur kurzen Ast zum nächsten stärkeren Bogennerven, der ein Tertiär- oder Quaternärnerv (also eine Auszweigung des Sekundärnerven) zu sein pflegt. Die Figur 6 veranschaulicht den Nervenverlauf in den Zähnen, Figur 3 im Blatte selbst.

Es sei an dieser Stelle noch besonders hervorgehoben, dafs bei den im grofsen und ganzen ja sehr gleichförmig gebauten Blättern die Form und der Bau der Blattzähne und ganz besonders der Verlauf der Nerven in ihnen ein wichtiges diagnostisches Hilfsmittel ist, das in Verbindung mit dem anatomischen Baue des Blattrandes Unterscheidungen zu machen erlaubt, wo alle anderen Hilfsmittel fehlschlagen.

Schon beim Thee habe ich mich dieses Hilfsmittels bedient (Taf. 3), und auch auf den folgenden Tafeln wird noch häufig Gelegenheit sein, die Zuverlässigkeit desselben zu erproben. Dazu sei bemerkt, dafs man sich den Nervenverlauf der Blätter auf eine aufserordentlich einfache Weise sichtbar machen kann, indem man das Blatt unter dem Deckglase in Chloralhydratlösung (5 : 2) erwärmt. Es wird dadurch durchsichtig wie Glas. Bei sehr stark gefärbten Blättern ist eine kurze Behandlung mit Schultzeschem Macerationsgemisch und nachherigem Einlegen in Alkohol erforderlich, bevor man in Chloral erwärmt.

Die Blätter sind relativ dünn — 120—135 mik dick —, der Hauptnerv (Fig. 1) führt ein grofses, strahlig gebautes kollaterales Bündel. Die Gefäfse sind in Radialreihen angeordnet, die durch zarte einreihige Markstrahlen getrennt sind. Das Kambium (Fig. 1, *c*) ist undeutlich, meist nur einreihig. Die auf der Blattunterseite liegenden Siebbündel (*sb*) sind durch einreihige Rindenstrahlen getrennt. Die Gefäfse sind vorwiegend Spiralgefäfse. Am inneren Rande des Gefäfsteiles, besonders an den Seiten des Nervenbündels, seltener im Siebteile, finden sich bisweilen bastzellartige Fasern (Fig. 13 u. 1, *B*) mit stark quellenden Wandungen. Das Nervenparenchym der Unterseite ist grofszellig, das der Oberseite kollenchymatisch, ebenso wie die subepidermale Zellreihe der Unterseite.

Die Epidermis der Blattoberseite (*epo*) besteht aus etwas höheren, sonst aber den Epidermiszellen der Blattunterseite (*epu*) gleichgestalteten Zellen. Die Seitenwände der Epidermiszellen sind sowohl bei der Blattoberseite (Fig. 7, *epo*) wie bei der Blattunterseite (Fig. 7, *epu*) wellig verbogen. Über den stärkeren Nerven sind die Epidermiszellen gestreckt und geradwandig (Fig. 7, *Nep*), der bei Blättern mit hervortretenden Nerven gewöhnliche Fall. Über dem Hauptnerven und den stärkeren Sekundärnerven ist die Kuticula der Epidermis der Blattunterseite gefaltet (Fig. 1, *cut*). Stomata finden sich meist nur auf der Blattunterseite, dort aber in grofser Zahl (bisweilen findet man auch auf der Oberseite einige!). Sie

sind 24 mik lang und 16 mik breit und besitzen meist 2 Nebenzellen (Fig. 7, *st* u. 8). Die Anfangszelle ist nicht Mutterzelle der Spaltöffnung (Angew. Anatomie S. 434). Die Spaltöffnungen sind meist etwas über die Epidermis emporgehoben (Fig. 1, *st* u. Angew. Anatomie Fig. 486), die Atemhöhle relativ grofs (Fig. 1, *H*). Die Schliefszellen enthalten stets grofse Stärkekörner (Fig. 8).

Der Epidermis sind zwei Arten von Haaren aufgesetzt: gewöhnliche Trichome und Öldrüsen. Die ersteren finden sich vornehmlich auf der Blattunterseite, namentlich an den Nerven, aber fehlen den Facetten nicht ganz. Sie sind in relativ so geringer Zahl vorhanden, dafs das erwachsene Blatt, makroskopisch betrachtet, kahl erscheint. Die längsten (bis 450 mik langen) Haare sind einreihig, aber viel(bis 8-)zellig, an der Basis oft sehr breit (bis 60, meist 20—30 mik) und bisweilen (selten) einer kurzen Zotte aufgesetzt, meist direkt der Epidermis eingefügt (Fig. 1, *t*; 4, *a*), mit kegelförmiger Spitze versehen. Ihre Kuticula ist meist feinwarzig gefaltet oder gestreift. Junge Blätter sind reicher daran und in der Regel in den Rippen so dicht damit besetzt, dafs sie daselbst weifsfilzig erscheinen. Die Haare sind dort oft sehr lang, 8—15-zellig. Bei älteren Blättern sind diese langen Haare für gewöhnlich abgebrochen. Auch die Blattstiele, besonders die jüngeren, tragen diese Haare in grofser Zahl. Aufser diesen langen Haaren finden sich kürzere mehrzellige, einreihige Haare (Fig. 4, *b*, *c*, *d*), die oft nicht so breit sind als die Epidermiszellen, also der Mitte derselben aufgesetzt erscheinen (Fig. 4, *c*, vergl. auch Fig. 17, *t*). Endlich sind auch noch — besonders am Blattrande — kleine kegelförmige, einzellige Haare mit dicker Wand zu finden (Fig. 2, *t*; 4, *e* u. *f* links oben). An diese Haarformen mit kegelförmiger Spitze schliefsen sich dann solche mit kugelförmiger Gipfelzelle an, sog. Köpfchenhaare (Fig. 4, *g*, *h*), die bei jungen Blättern die Lamina dicht besetzen. Sie sind bis 40 mik lang und ca. 15 mik breit. Die schon sehr frühzeitig angelegten, daher bei jungen Blättern dicht nebeneinander liegenden, 55—65 mik breiten Öldrüsen, in denen das ätherische Öl der Mentha enthalten ist, entstehen ebenfalls aus einer Epidermiszelle, sind also ebenfalls echte Trichome (Angew. Anatomie S. 254). Sie finden sich, wie man besonders schön bei Schnitten durch junge Blätter feststellen kann, auf beiden Blattseiten, doch vornehmlich auf der Unterseite. Bei den jungen Blättern liegen sie in der Ebene der Blattfläche (Fig. 5a u. 5b links oben), bei älteren sind sie muldenförmigen Vertiefungen eingefügt (Fig. 5 u. 1), die dadurch zu stande kommen, dafs sich die Epidermis rings um die Drüse vorwölbt. Da jüngere Blätter im Verhältnis zu ihrem Gewicht reicher an Öldrüsen sind als ältere, so sollten junge Blätter bei der Einsammlung bevorzugt werden. Die Entwicklungsgeschichte der Öldrüsen verläuft folgendermafsen. Die Epidermiszelle teilt sich, nachdem sie sich vorgewölbt, durch zwei in der Richtung der Blattfläche gestellte Wände in 3 Zellen. Die innerste Zelle bleibt der Epidermis eingefügt und wird zur Basalzelle (*b* in Fig. 5 u. 9), die nächstäufsere, über der Epidermis gelegene, verbreitert sich etwas, bleibt aber ebenfalls ungeteilt, sie bildet die Stielzelle (*stz* in Fig. 5 u. 9) (diese beiden Zellen bleiben flach). Die äufserste Zelle endlich vergröfsert sich stark, wölbt sich zunächst kugelig vor und erfährt dann successive rechtwinklig zur Blattfläche gerichtete Längsteilungen, zunächst in 2, dann in 4 und endlich in 8 Zellen. Die ersten beiden Teilungswände stehen rechtwinklig zu einander, die späteren setzen sich nicht ganz regelmäfsig an diese an (Fig. 7, *II* u. *III*). Diese 8 Zellen bilden die Sezernierungszellen der Drüse (*sec* in Fig. 5 u. 9). Bisweilen — doch relativ selten — kommt es vor, dafs eine oder die andere dieser 8 Sezernierungszellen sich weiter teilt, so dafs bei der fertigen Drüse mehr als 8 Sezernierungszellen vorhanden sind (Fig. 7, *I*), die Regel ist jedoch 8 (Fig. 7 u. 9). Die Sezernierungszellen enthalten reichlich Plasma, aber kein ätherisches Öl.

Zwischen der Kuticula und der Aufsenwand der Epidermiszellen entsteht das Sekret, in diesem Falle das Pfefferminzöl. Dasselbe ist also wie viele Sekrete ein Subkuticularsekret. Bisweilen sieht man noch in der subkuticularen Partie Reste der resinogenen Schicht (Fig. 15a u. 15b) in Gestalt eines der Kuticula anliegenden Netzes oder feiner Fäden. Das Öl wird von einem wasserlöslichen, quellbaren Körper (Schleim?) begleitet. Dasselbe entsteht erst, wenn die Drüse vollständig entwickelt ist, also die Sezernierungszellen gebildet sind.

Bei Präparation der trockenen Blätter oder in Glycerinpräparaten beobachtet man bisweilen in dem subkuticularen Raume Büschel von in Alkohol-Äther und Chloroform löslichen Mentholkristallen. Dieselben treten natürlich nie im Alkoholmaterial auf und sind daher nicht mit anderen im Blattgewebe, besonders der Epidermis und, wie es scheint, niemals in den Öldrüsen in Alkohol eingelegter frischer (oder gleichbehandelter aufgeweichter trockener) Blätter zu verwechseln. Besonders in den Epidermiszellen, aber auch im Mesophyll, vorwiegend in der Umgebung der Nerven höherer Ordnung, findet man nämlich bei diesem Alkoholmaterial aufserordentlich charakteristische Sphärokristalle in so grofser Zahl, dafs oft jede zweite oder dritte Epidermiszelle einen solchen Sphärokristall führt (Fig. 11). Dieselben sind unlöslich in Wasser (auch heifsem), Alkohol, Äther, Chloroform, Eisessig, Essigsäure (auch heifser), Salzsäure, Anilin (auch heifsem) und Chloralhydratlösung, lösen sich dagegen leicht in verdünntem Kali, schwerer in Ammoniak. Der Schmelzpunkt liegt über 100°. Obwohl die meisten der Reaktionen auf Hesperidin stimmen, läfst doch die Unlöslichkeit in Essigsäure und Anilin (auch in der Wärme) schliefsen, dafs sie Hesperidin nicht sind, auch haben wir weder eine Zuckerart, noch Inulin vor uns. Sie gehören also einem der Mentha eigentümlichen, bisher nicht darin nachgewiesenen Körper an. Man kann sie sich am besten sichtbar machen, wenn man den Schnitt in Anilin legt, das ein vortreffliches Aufhellungsmittel ist, oder den Schnitt mit dem Polarisationsmikroskop betrachtet.

Das Palissadengewebe des Blattes bietet nichts Auffallendes. Es ist einreihig (Fig. 1 u. 7, *p*), jede Zelle aus-

tapeziert mit grofsen, meist 1—4 kleine Stärkekörnchen führenden (Fig. 12) Chlorophyllkörnern (Fig. 1 u. 7, *chl*). Unter dem Palissadengewebe folgen undeutlich ausgebildete Sammelzellen, dann das chlorophyllarme, reich durchlüftete Merenchym (Schwammparenchym, Fig. 1 u. 7, *mer*).

Der Blattrand ist wenig oder gar nicht umgebogen und unbehaart — was für M. piperita sehr charakteristisch ist. Nur einige sehr kleine Kegelhaare (Fig. 2, *t* u. 4, *f* links oben) sind an ihm aufzufinden. Die Kuticula ist nur hier, nicht an der Lamina gefaltet, die Epidermis an der Randkrümmung dickwandiger als an den anderen Stellen; ein zartes Randbündel verläuft im Merenchym (Fig. 2).

Eine Krankheit, die, wie es scheint, ganz regelmäfsig die deutschen Pfefferminzkulturen befällt, wird von dem kleinen Pilze Puccinia Menthae hervorgebracht, dessen Mycel im Blatte lebt. Man findet daher oft, besonders auf den Blättern minderwertiger Handelsware, die kleinen gelben Uredosporenhäufchen dieser Puccinia, die bald bereits die Epidermis durchbrochen haben, bald noch von ihr bedeckt sind. Auch die Teleutosporen sind bisweilen zu beobachten. Die Uredosporen sind einzellig, oval, gelblich, sehr feinstachelig (Fig. 6a), die Teleutosporen zweizellig, mit brauner Wand (Fig. 6b).

Der relativ lange Blattstiel ist konkav-konvex im Querschnitte. Er trägt an den abgerundeten Ecken relativ breite und auf der konkaven Seite einen schmalen Kollenchymstreifen (Fig. 14, *col*) und führt ein breites, oft gespaltenes konkav-konvexes Bündel (Fig. 14, *gfb*) nebst zwei gegen die Ecken gerückten Nebenbündeln. Die Kuticula der Epidermiszellen ist wellig gefaltet.

Im Siebteile finden sich (bei Alkoholmaterial) auch hier die oben erwähnten Sphärokristalle.

Der Stengel, der guter Droge fehlt, da nur die Blätter verwendet werden sollen, ist vierkantig. Er besitzt in jeder der 4 Ecken einen breiten Kollenchymstreifen (Fig. 10) und innerhalb desselben ein breites Gefäfsbündel. Zwischen diesen Eckbündeln zieht sich an den Seiten ein lockerer Streifen, durch Interfascicularkambium (Fig. 10, *intc*) verbundener kleiner Bündel hin. Das Mark ist aufserordentlich grofs und besteht aus dünnwandigem Parenchym (Fig. 10, *m*).

Das Pulver.

In dem feinen Pulver findet man bei Betrachtung in Chloral als besonders charakteristisches Element zahlreiche Fragmente der Epidermis der Unterseite mit den Öldrüsen, die nicht zu verkennen sind — ebenso wie die Spaltöffnungen und Köpfchenhaare. Dazwischen liegen Fragmente des Nervengewebes. Besonders deutlich treten die Tracheen der Nervenbündel hervor. Blattzähne sind selten. Wohl aber findet man die langen Haare oder deren Fragmente da und dort. Stücke der Achsenorgane sind bei guter Droge sehr selten, da nur die Blätter gepulvert werden sollen.

Fol. menthae crispae.

Krauseminzblätter, Feuilles du Menthe crépue, Curled Mint.

Die Blätter von Mentha crispa L. sind breit-eirund, bisweilen fast kreisrund, kurz gestielt, zugespitzt, blasig welligrunzelig, am Rande kräftig umgebogen (Fig. 22 u. 23), tief eingeschnitten-gezähnt (Fig. 21).

Die Seitennerven gehen gewöhnlich in spitzerem Winkel als bei M. piperita vom Hauptnerven ab (Fig. 21). Die Blattzähne sind sehr charakteristisch und besonders dadurch ausgezeichnet, dafs sie ungleich grofs sind. Auf sehr kleine folgen oft enorm grofse, weit hervortretende. Sie sind nicht, wie bei M. piperita, kegelförmig, sondern meist oval-länglich, ihre Nervatur sehr charakteristisch (Fig. 22) und ganz abweichend von der bei M. piperita zu beobachtenden (vergl. Fig. 6). Ein langer Nervenast durchzieht in leichtem Bogen und charakteristischer Verzweigung den Zahn, an dessen Spitze, wie bei M. piperita, Wasserspalten liegen.

Der Blattrand ist stark umgebogen (Fig. 16, *Ra*, 22 u. 23) und trägt ziemlich lange Haare.

Die Behaarung ist eine wechselnde, aber in weitaus den meisten Fällen stärker als bei M. piperita. Die Haarformen sind fast die gleichen, nur fehlen die kleinen Kegelhaare der Piperita (Fig. 4, *e* u. *f*). Es finden sich Köpfchenhaare (Fig. 17, *t* unten) — Gröfse wie bei M. piperita —, kurze und bis 500 mik lange einreihige, 1—6-zellige Haare (Fig. 17, *t* links oben und rechts unten), Basisbreite ca. 35 mik. Die kurzen derartigen Haare sitzen meist einer sehr breiten Epidermiszelle auf (Fig. 17). Die weichbehaarten Formen, die in der Droge häufig sind, tragen auf den Nerven und am Rande zahlreiche lange, charakteristische Haare. Dieselben sind einreihig und mehrzellig (Fig. 16a), mit gestreifter Kuticula versehen und an den Querwänden geknickt.

Die Blattfacetten, die zwischen den Nerven bei der Crispa stärker nach oben hervorgewölbt sind als bei Piperita (Fig. 16), sind sehr ähnlich wie bei M. piperita gebaut. Die Epidermis der Oberseite besteht aus relativ grofsen Zellen (Fig. 17, *epo*) mit relativ wenig wellig verbogenen Querwänden (Fig. 18). Die Epidermis der Unterseite ist kleinzelliger und niedriger (Fig. 17, *epu*), mit stark wellig verbogenen Querwänden (Fig. 19). Auf der Unterseite finden sich zahlreiche Spaltöffnungen

(Fig. 17, *st*) mit meist 2 Nebenzellen (Fig. 19, *st*). Öldrüsen von dem bei M. piperita beschriebenen Bau (Labiatentypus. Angew. Anatomie S. 463) und einer Breite von 55—65 mik finden sich auf beiden Seiten der Blattfläche. Die Zahl der sezernierenden Zellen beträgt acht (Fig. 18), doch ist bei Crispa ihre Zahl oft durch weitere Teilungen vermehrt (Fig. 19 u. 20), sodafs 12, ja 16 zu finden sind. Das Palissadengewebe ist einreihig, das Merenchym reich durchlüftet (Fig. 17, *p* u. *mer*). Der Bau der Nerven weicht nicht wesentlich von dem bei Piperita beschriebenen ab.

Die bei der Pfefferminze beschriebenen Sphärokristalle finden sich bei gleicher Behandlung auch in der Krauseminze, ja treten hier, wie es scheint, noch viel reichlicher auf. Oft sah ich in jeder Epidermiszelle einen solchen Sphärokristall (Fig. 17, *kr*).

Andere Menthaarten.

Die Blätter von Mentha viridis Auct. (Mentha silvestris L. var. glabra Koch), die ebenfalls besonders in England und Amerika kultiviert wird, sind lanzettlich, sitzend oder sehr kurz gestielt, hellgrün (viel heller als Piperita). Die Zähne des scharf gesägten Randes sind oft (wie bei Piperita) ungleich grofs, aber meist viel länger und schlanker (wie bei Crispa). Die Nervatur der Zähne und des Blattrandes (Fig. 24) weicht von der bei Piperita beobachteten ab und nähert sich der M. crispa. Sie hält etwa die Mitte zwischen beiden. Am Rande und den Nerven finden sich wenige mittellange Haare. Der Blattrand ist kräftig umgebogen (Fig. 24), doch nicht so stark wie bei der Crispa. Die Öldrüsen sind zahlreich, der Geruch abweichend von Piperita und Crispa. Eine aus Amerika stammende M. viridis, „echte Spearmint“ bezeichnet, zeigte im Bau der Zähne viele Ähnlichkeit mit unserer Viridis. Sie hatte einen umgebogenen Rand und ganz vereinzelte Haare auf den Nerven und am Blattrande.

Von Mentha viridis L. liegen mir mehrere Varietäten „crispata“ vor, z. B. die M. crispata Schrader. Dieselbe neigt überhaupt zur Bildung gekräuselter Blätter und unsere M. crispa scheint von einer Viridis bez. Silvestris abzustammen.

Die Blätter von Mentha silvestris L. sind sitzend und variieren in der Form ziemlich. Bald sind sie schlanklänglich lanzettlich, bald fast oval (besonders die unteren), aber immer durch eine dichte weifsfilzige Behaarung der Unterseite an den Nerven und den Facetten ausgezeichnet. Der Blattrand ist umgebogen und dicht behaart, besonders mit vielen langen Haaren besetzt. Die Nervatur und die Form der verhältnismäfsig kurzen, scharfen Zähne des Randes (Fig. 25) erinnert an Piperita, der Bau des Blattrandes jedoch ist der Piperita ähnlicher. M. silvestris variiert und bildet Crispaformen. Oft sind die Zähne lang und spitz, besonders bei den Crispaformen, die meist weniger behaart sind als die anderen.

Die Blätter von Mentha arvensis L. sind eiförmig oder elliptisch und ziemlich lang gestielt. Im typischen Falle sind die Zähne relativ klein und nicht spitz (Fig. 26). Auch die Nervatur der Zähne und des Randes weicht von M. piperita stark ab, so dafs die Ableitung der letzteren von M. arvensis, wenigstens unserer europäischen Arvensis, mehr wie fraglich erscheint. Das Blatt besitzt viele sehr lange Haare an den Nerven und am Blattrande, neben kurzen, nach oben gekrümmten Hakenhaaren. Der Blattrand ist schwach umgebogen. Öldrüsen sind nicht sehr zahlreich.

Die Blätter der in Japan gebauten Mentha arvensis — japonica (mir liegt authentisches Material aus Japan vor) sind grofs, langgestielt, länglich-oval, in den Blattstiel verschmälert, scharf gesägt. Weder die Form des Blattes, noch der Bau der mittelgrofsen Sägezähne stimmt mit M. piperita überein, beide weichen auch von unserer Arvensis ab. Der Bau der Blattzähne hat einige Ähnlichkeit mit M. Langii Steud. (Mentha piperita *α* hirsuta). Dagegen stimmte eine andere M. arvensis aus Japan (wildwachsende Pflanze) im Bau der Blattzähne und in der Behaarung mit unserer Arvensis ganz überein.

Die Blätter von Mentha aquatica L. sind eiförmig-länglich, mehr oder weniger langgestielt. Die Blattzähne sind relativ klein, nicht so scharf wie bei Piperita und lange nicht so gestreckt wie bei Viridis. Bei M. aquatica finden sich ziemlich viele lange Haare und einige kurze am Rande, auf den Nerven und der Lamina (Fig. 27). Der Blattrand ist kaum umgebogen. Die Nervatur der Blattzähne (Fig. 27) ist ähnlich wie bei Arvensis, aber gut davon zu unterscheiden, ganz abweichend von Piperita.

Die mir vorliegende M. hirsuta, die wohl nur eine Form der Aquatica ist, stimmt im Bau der Blattzähne in der That auch ganz mit M. aquatica überein. Auch die Behaarung ist ganz die gleiche.

Die Blätter von Mentha gentilis L. var. acutifolia Koch sind länglich lanzettlich, in den kurzen Stiel verschmälert, scharf gesägt, auffallend hellgrün. Der Blattrand ist nicht umgebogen, er trägt spärlich Haare am Rande, ebenso sehr lange an den Nerven der Unterseite. Die Nervatur der Zähne ist eigentümlich und gleicht keiner der besprochenen

Menthaarten, am ähnlichsten ist sie der bei M. arvensis beobachteten, von der die Edelminze von denen, die sie als gute Art nicht anerkennen wollen, ja auch meist abgeleitet wird.

Aus dieser vergleichend-morphologischen Betrachtung geht hervor, dafs die Pfefferminze und die Krausminze mit keiner der anderen Arten oder Varietäten verwechselt werden können, wenn man den Bau und die Nervatur der Zähne, sowie die Behaarung in Betracht zieht. Ferner ergiebt sich daraus, dafs Mentha piperita die Charaktere einer von allen anderen wohl unterschiedenen Art zeigt und weder von M. viridis, noch von arvensis oder aquatica — als Kulturform — abgeleitet werden kann. Am weitesten entfernt sie sich von M. aquatica (incl. hirsuta) und gentilis, aber auch mit Arvensis, wenigstens unserer Arvensis, hat sie nichts gemein. Dagegen ist nicht zu leugnen, dafs eine entfernte Ähnlichkeit mit M. viridis besteht. Da auch die übrigen, hier nicht zu erörternden Merkmale die Pfefferminze, wenigstens die in Deutschland kultivierte, von den anderen Minzen gut unterscheiden, so bin ich geneigt, sie bis auf weiteres für eine gute Art zu halten. Anders Mentha crispa. Sie zeigt so viele Anklänge an die Silvestris-Gruppe, dafs sich die Anschauung, sie möchte aus M. silvestris hervorgegangen sein, oder ihr doch sehr nahe stehen, kaum ganz abweisen läfst.

Tafel 19.

Erklärung der Abbildungen.

Mentha piperita.

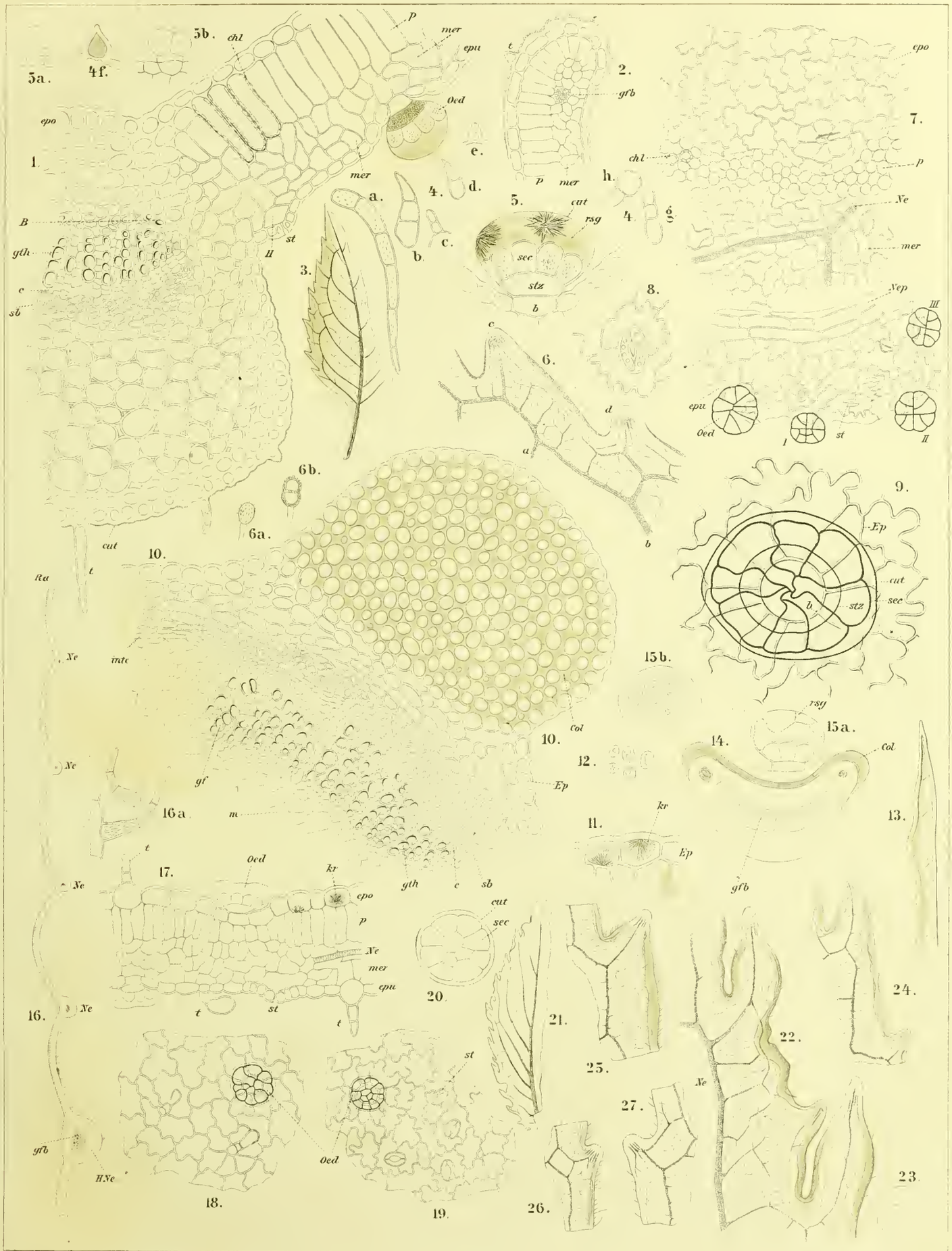
Fig. 1. Querschnitt durch das Blatt am Hauptnerven.
„ 2. Querschnitt des Blattrandes.
„ 3. Nervatur des Blattes.
„ 4. Haarformen, *a-e* in der Mitte der Tafel, *f* links oben, *g-h* rechts.
„ 5. Öldrüse mit Mentholkristallen. *cut* Kuticula, *sec* sezernierende Zellen, *stz* Stielzelle, *b* Basalzelle.
„ 5a und b (links oben). Entwickelungsgeschichte einer Öldrüse.
„ 6. Blattzähne und deren Nervatur.
„ 6a und b (links). Uredosporen (*a*) und Teleutosporen (*b*) der Puccinia Menthae.
„ 7. Succedane Flächenschnitte durch das Blatt von der oberen Epidermis (*epo*) bis zur unteren Epidermis (*epu*) mit den Öldrüsen. *I*, *II* und *III* die Stellung der Wände bei den Öldrüsen veranschaulichend.
„ 8. Eine Spaltöffnung der Unterseite, stärker vergrößert.
„ 9. Eine Öldrüse, von oben geschen, stärker vergrößert Bezeichnungen wie in Fig. 5.
„ 10. Querschnitt durch eine Kante des Stengels.
„ 11. Epidermis mit Sphärokristallen.
„ 12. Chlorophyllkörner mit Stärkeeinschlüssen.
Fig. 13. Eine Bastfaser des Hauptnervenbündels.
„ 14. Schematischer Querschnitt durch den Blattstiel.
„ 15a und 15b. Öldrüsen mit Resten der resinogenen Schicht.

Mentha crispa.

„ 16 (links). Schematischer Querschnitt durch ein Blatt. *Ra* umgebogener Rand.
„ 16a. Haare des Blattrandes.
„ 17. Querschnitt durch ein Blatt.
„ 18. Epidermis der Oberseite } Flächenansicht.
„ 19. „ „ Unterseite }
„ 20. Öldrüse, von oben gesehen.
„ 21 Nervatur des Blattes.
„ 22. Blattzähne und deren Nervatur.
„ 23. Umgebogener Rand des Blattes.

Andere Menthaarten.

„ 24. Blattzähne der Mentha viridis (glabra).
„ 25. Blattzahn der M. silvestris L.
„ 26. „ „ M. arvensis L.
„ 27. „ „ M. aquatica L.



Druck v. Oscar Brandstetter Leipzig

Louis Gerstner, lithogr. Art. st. Leipzig

Rhizoma calami.

Rhiz. calami aromat., Rhiz. acori, Kalmus, Acore vraie, Sweet flag root.

Der kriechende, unterirdische Stamm des Rhizoms von Acorus Calamus L. ist sehr ausgeprägt dorsiventral. Im Querschnitte ist er fast rund, etwas elliptisch, da von oben her schwach zusammengedrückt (Fig. 3). Er trägt auf der Unterseite die Wurzeln, auf der Oberseite die Blätter resp. deren Narben. Die Blätter sind sitzend und reitend, sowie stengelumfassend. Ihre Mediane liegt etwas seitlich (bei ×, Fig. 1, bei *I*, *II*, *III*, Fig. 11), etwa um 45° gegen die Mediane nach links bez. rechts verschoben, so dafs bei Betrachtung des Rhizoms von oben die Medianen rechts und links am Rhizom liegen. Wie aus dem Diagramm (Fig. 11) ersichtlich, sind die Blätter stengelumfassend, aber ihre Scheide läuft nicht nur rings um das Rhizom, sondern geht sogar noch ein Stück über die Anfangsstelle hinaus (× bei Fig. 11), die Ränder greifen spiralig übereinander. So kommt es, dafs man auf der Unterseite an den Rändern des Rhizoms über der Hauptlinie ein Stück weit noch eine zweite Naht sieht (bei *y*, Fig. 2) und bei Betrachtung des Rhizoms von oben über den Medianen der Blattnarben einen herablaufenden Streifen beobachtet (Fig. 1, *z*). Die Enden legen sich nämlich nicht einfach übereinander, sondern der obere übergreifende läuft ein Stück weit herab — oft von einem Blattansatze bis zum anderen über das ganze Internodium —, die Blattbasen umfassen also in schiefer Lage das Rhizom scheidig mit übergreifenden Rändern. In der Achsel der Niederblätter, über der Mediane der Blattnarbe, entspringen die Achselknospen (*kn*, Fig. 1 u. 11), die also bei Betrachtung des Rhizoms von oben fast genau seitlich liegen. Sie müssen sich also beim Austreiben im Bogen nach oben krümmen. Die Wurzeln stehen an der Unterseite der Internodien in schrägen Zeilen (Fig. 2, *Wu*), bald in einfacher, bald in doppelter Reihe. Da die Richtung wechselt, so entsteht eine — übrigens meist infolge von Verschiebungen undeutliche — Zickzacklinie (Fig. 2).

Gräbt man ein Rhizom im zeitigen Frühjahre vor dem Austreiben aus, so findet man an der Spitze desselben die Gipfelknospe, die den Hauptsprofs erzeugt, dann folgen etwa 3—5 kurze Internodien von höchstens 4 mm Länge, dann werden die Internodien länger und dicker. Die gröfste Länge und Dicke wird etwa beim 9. und 10. Internodium erreicht; die Länge beträgt hier oft 10—15 mm — bis hierher finden sich auch bei im Frühjahr gegrabenen Rhizomen Seitensprosse, weiter hinten fehlen dieselben. Dann nimmt die Länge und Dicke wieder ab und erreicht etwa beim 16.—18. Internodium den niedrigsten Stand. Bis hierher reicht der Jahreszuwachs des vorigen Jahres. Von hier an wiederholt sich das Gleiche: es folgen wieder kurze, dünne Internodien, die allmählich länger und breiter werden. Das Rhizom ist also ungleich breit, die Internodien ungleich lang. In den Achseln der abgestorbenen Niederblätter sind zahlreiche Seitentriebe entstanden, die die racemösen Verzweigungen des Rhizoms liefern. Sie sind im Frühjahr noch kurz, wachsen aber im Sommer zu langen Sprossen heran, die auch losgetrennt lebensfähig bleiben und sich ebenso verhalten wie der Hauptwurzelstock. An der Spitze bedecken die Niederblattreste als brauner faseriger Überzug die Gipfelknospe und die Seitentriebe. Weiter nach hinten sitzt jeder Blattnarbe ein brauner Schopf auf (Fig. 1), ganz hinten sind die Narben braun und punktiert. Die Punkte entsprechen den Nervenbündeln der Blätter.

Wie der Querschnitt zeigt (Fig. 3), ist das Rhizom in einen Centralcylinder und eine Rindenschicht gegliedert, die durch eine Kernscheide (Endodermis) voneinander getrennt sind. In beiden finden sich Gefäfsbündel. Der Verlauf dieser Bündel ist in Fig. 2a veranschaulicht. Er ist folgender. Von den Blättern, resp. deren Narben (Fig. 1 u. 2a, *x*) treten die Bündel, etwa 30 von jeder Narbe, in die Rinde ein und laufen in einer, je nach der Länge der Internodien fast geraden (bei den langen Internodien) oder schrägen Linie (bei den kurzen) nach unten und innen, bis sie die Endodermis erreichen. Dies findet stets am nächstunteren Knoten statt. Hier dringen sie durch eine ovale Öffnung der Endodermis in den Centralcylinder ein (bei *o*, Fig. 2a), laufen also in der Rinde nur durch ein Internodium. Im Centralcylinder gehen sie in flachem Bogen bis gegen die Mitte oder nahe zur Mitte und biegen dann wieder nach aufsen um, sich schliefslich an die Endodermis anlegend. So kommt es, dafs gerade unmittelbar innerhalb der Endodermis besonders viele Bündel liegen, man auf Querschnitten durch lange Internodien alle Bündel nahezu im Querschnitt, bei kurzen Internodien nur die der Endodermis benachbarten im Querschnitte, die Rindenbündel aber und die centralen in schiefer Längsansicht erhält. In den äufsersten Teilen der Rinde finden sich Bastzellbündel, die nur sehr wenige Gefäfsbündelelemente im Innern führen (Fig. 5, *B*). Dagegen werden alle diese Bastzellbündel von Kristallkammerfasern begleitet (Fig. 5, *kr*, 7, *km*), die in jeder Zelle einen wohlausgebildeten Kalkoxalatkristall enthalten (Fig. 7, 8 *c*). Ganz ähnlich wie bei der Rad. liquiritiae (S. 30) sind auch hier die Kristallzellen eigenartig verdickt, oft gegen die Bastfasern (Fig. 7, *B*) hin stärker als auf der anderen Seite, und fast immer unregelmäfsig (Fig. 8, *a*, *b*, *d*), ja es kommt vor, dafs sogar eigenartige Membrantaschen entstehen, und der Regel nach liegt sogar auch der Zellkern in einer solchen Tasche (Fig. 8, *a*, *b*, *Kc*). In der grofsen Centralhöhle ruht der Kristall, die Höhlung ziemlich ausfüllend.

Weiter nach innen folgen dann gröfsere Bündel. Dieselben sind stets kollateral gebaut. Die äufseren sind kleiner und individuenarm, die inneren gröfser und individuenreicher. Sie sind stets entweder aufsen und innen oder ringsum von einem Bastzellpanzer bescheidet (Fig. 5, *B*), dessen Zellen bei den äufseren Bündeln noch ziemlich dickwandig sind, bei den inneren, je weiter dieselben sich der Endodermis nähern, also individuenreicher sind, immer dünnwandiger werden. Sie sind ebenfalls von Kristallkammerfasern begleitet. In Verbindung mit dem oben Gesagten geht daraus hervor, dafs die von den

Blattnarben eintretenden Bündel um so ärmer an Bastfasern und um so reicher an Gefäfsbündelelementen werden, je weiter sie ins Innere der Rinde vordringen. Sobald sie die Endodermis passiert haben und in den Centralcylinder eingetreten sind, haben sie auch den Bastzellbeleg verloren und werden nunmehr nur von spitzendigen, relativ kurzen, dünnwandigen Fasern mit runden oder ovalen Tüpfeln begleitet, die die Bastzellen bei den inneren Bündeln vertreten (Fig. 6, *B*) und nicht von Oxalatzellen begleitet werden. Dies allmähliche Verschwinden des Oxalates in der unmittelbaren Umgebung der Belege proportional der geringeren Verdickung der Zellen legt den Gedanken nahe, dafs das Oxalat hier ein bei dem Verdickungsprozesse der Zellwand abfallendes Nebenprodukt ist, also nur dort auftritt, wo ein solcher Prozess stattfindet. Dickwandige Bastzellen werden ja ganz allgemein von Oxalat führenden Zellen begleitet (Taf. 8). Bei den Bündeln der inneren Rindenpartien ist der kollaterale Bau deutlich (Fig. 5). Der Siebteil liegt zunächst im oberen Teile des Bündelverlaufes (also bei den äufseren Bündeln des Querschnittes) aufsen, der Holzteil innen (Fig. 5). Je weiter das Bündel sich der Endodermis nähert, um so mehr dreht es sich herum, so dafs beim Eintreten in den Centralcylinder der Holzteil und Siebteil nicht mehr voreinander, sondern fast nebeneinander liegen. So findet man denn nicht selten an dieser Eintrittsstelle Bündel, bei denen der Holzteil links, der Siebteil rechts liegt. In den Centralcylinder eingetreten, bleibt das Bündel nicht lange kollateral. Es legt sich an andere kollaterale Bündel an und wird ganz allmählich konzentrisch. Dies veranschaulicht Fig. 5 (unten) sehr schön. Das linke, halb gedrehte Bündel hat sich an das rechte, ebenfalls halb, aber in entgegengesetzter Richtung gedrehte Bündel angelegt und die Siebteile sind nur mehr durch wenige Parenchymzellreihen getrennt. Solche Bilder findet man begreiflicherweise meist in der Nähe der Endodermis, etwas nach innen zu. Weiter nach unten wird das Bündel, je weiter es nach innen ausbiegt, immer mehr rein konzentrisch (Angew. Anatomie S. 365), mit peripherischem Gefäfsteile und centralem Siebteile (also perihadromat), und tritt rein konzentrisch an die Endodermis zurück. So kommt es, dafs man an dieser fast nur konzentrische Bündel antrifft (Fig. 5). Da diese konzentrischen Bündel durch den ganzen Sprofs laufen, sind sie die Form, welche man beim Kalmusrhizom am häufigsten antrifft. Innerhalb der Endodermis bemerkt man aufser den in der Organsachse streichenden Bündeln auch noch solche, die horizontal laufen und oft 2 benachbarte Längsbündel miteinander in Verbindung setzen. In der That belehrt ein Tangentialschnitt durch die endodermale Zone, dafs alle Gefäfsbündel daselbst in anastomosierender Verbindung miteinander stehen, ein Netz bildend. Von diesem Endodermalbündelnetze aus werden auch die Bündel in die Wurzeln entsandt (Fig. 2a u. 3, *Wu*), die, als Kegel unterhalb der Endodermis angelegt, die Rinde durchbohren. Die Endodermis des Rhizoms setzt sich in die Endodermis der Wurzeln fort.

Die Elemente, aus denen sich die Bündel zusammensetzen, sind die gewöhnlichen.

Der Siebteil (Fig. 5 u. 6, *sb*) besteht aus Siebröhren und Kambiform. Die Siebröhren, deren Siebplatten nur wenig geneigt sind, zeigen einen deutlichen Kallus bei allen Rhizomen, die im Spätherbste oder im zeitigen Frühjahre gesammelt wurden, im Sommer nicht (Fig. 6). Bei den Bündeln des Centralcylinders ist der central gelegene, primäre Siebteil oft obliteriert (Fig. 5, *obl*). Die Gefäfse sind bald Spiral- oder (seltener) Ringgefäfse — besonders bei den Rindenbündeln —, bald Netzleisten-, bald Leiter-Gefäfse (Fig. 6); letztere walten vor und kommen bei der Diagnose des Pulvers in erster Linie in Betracht. In der äufsersten Partie des Gefäfsteiles der kollateralen Rindenbündel liegen eine oder mehrere grofse Zellen (Fig. 5, *x* in der Mitte), die man auf den ersten Blick für eine Lücke halten sollte, wie sie viele Monokotylenbündel an dieser Stelle haben (z. B. der Mais [Angew. Anat. Fig. 403]). Der Längsschnitt belehrt uns aber darüber, dafs die scheinbare Lücke aus einem Netze grofser unregelmäfsiger Zellen besteht, die, gegen den Bastzellbeleg hin unverdickt sind, gegen den Gefäfsteil hin aber eigenartige Ringverdickungen zeigen. Diese Bildungen findet man auch noch in den kollateralen und halbkonzentrischen Bündeln des Centralcylinders (Fig. 5, bei X_1). Ich glaube in ihnen Stellen sehen zu sollen, in denen Gefäfsbildung erfolgt, denn um aus den kollateralen Bündeln konzentrische zu machen, müssen, um den Ring bei *x*, Fig. 5, zu schliefsen, von hinten her neue Gefäfse nach- und eingeschoben werden. In einigen Fällen war Ringgefäfsbildung bei X_1 direkt wahrnehmbar.

Die Epidermis ist bei dem Rhizom noch erhalten. Sie besteht aus im Querschnitte rechteckigen, meist Stärke führenden Zellen, die eine sehr dicke Kuticula an der Aufsenseite besitzen (Fig. 5, *cut*). In der Flächenansicht sind die Zellen gestreckt, sehr schmal, 10—15 mik breit, stumpf- oder spitzendig (Fig. 6, *Ep*). Die Seitenwand erscheint hierbei wenig verdickt, meist unregelmäfsig, schwach-knotig. Da und dort ist eine Zelle stärker verdickt (Fig. 6, *Ep*). Kork ist auf der Fläche nicht entwickelt, dagegen sind die Stellen rings um die Partien, wo die hervortretende Wurzel das Rhizom durchbrach, aufsen mit Kork versehen (Fig. 2a, bei *k*). Ferner ist die Blattnarbe (Fig. 1, *x*) stets unter dem obliterierenden Gewebe des basalen Teiles des Blattes (Fig. 15, *obl*) durch eine Korkschicht abgeschlossen (Fig. 15, *k*), durch welche die Bündel (Fig. 15, *gfb*) hindurchgehen, die als braune Fasern aus der Blattnarbe hervorragen (Fig. 1) und die die macerierten Blattnerven der zu Grunde gegangenen Blätter darstellen.

Neuerdings ist es üblich geworden, das ungeschälte Rhizom für den Gebrauch zu verlangen. Es geschieht dies weniger, weil die äufseren Rindenschichten so sehr viel ölreicher sind als das übrige Rhizom, als vielmehr deshalb, weil die starke Kuticularisierung der Epidermiszellen die Verdunstung des Öles, des wertvollsten Bestandteiles des Rhizoms, stark hintanhält, die ungeschälte Droge ihren Ölgehalt also besser konserviert.

Unter der Epidermis liegt ein kollenchymatisches Parenchym (Hypoderm) mit nur wenigen und kleinen Intercellularen. In ihm tritt bei den jüngeren Internodien Chlorophyll und roter Zellsaft auf. Ersteres bedingt (durch Phyllocyanin-

säurebildung, Angew. Anatomie S. 57) die bräunliche Farbe des trockenen Rhizoms. Je weiter man aber nach innen vorrückt, um so gröfser werden die luftführenden Intercellularen und schon weit draufsen sind dieselben nur von einer Zellreihe Stärke führender Zellen umschlossen, wie dies denn die Regel bleibt bis ins Centrum des Rhizoms. Die Intercellularen, die am Rhizomquerschnitte schon mit blofsem Auge als feine Öffnungen erkennbar sind, sind im Querschnitte rundlich oder etwas tangential gestreckt (Fig. 5), im Längsschnitte ziemlich (in der Richtung der Organsachse) in die Länge gestreckt (Fig. 9). Die Stärkezellen haben einen Durchmesser von 30—55 mik und sind ebenfalls etwas in die Länge gestreckt (Fig. 9). An den Berührungsstellen sind die Stärkezellen abgeplattet, gegen den Intercellularraum vorgewölbt. An den Berührungswänden, dort wo 2 Stärkezellen aneinander stofsen, besitzt die Wand ovale oder gestreckte Tüpfel. Dort wo mehrere Stärkezellen nebeneinander liegen, sind die Ecken meist kollenchymatisch verdickt, mit einer kleinen Intercellulare inmitten der Verdickungsschicht (Fig. 9, *col*). Sie sind dicht erfüllt mit kleinen Stärkekörnern (Fig. 5, *stä*) und lassen den Zellkern deutlich erkennen (Fig. 9, *ke*).

Die Stärkekörner sind klein, 1—8 mik — meist 3—6 mik — lang, rundlich, oval, oft gestreckt, stabförmig, verbogen oder wulstig aufgetrieben-sackartig, oft zu mehreren (2—4) zusammengesetzt (Fig. 10); der Kern ist selten sichtbar. Der Gerbstoff des Kalmus ist durch Eisenchlorid mikrochemisch nicht deutlich nachweisbar.

Die Ölzellen liegen stets an den Stellen, wo 3 (bez. 4) Stärkezellreihen aneinander stofsen, also 3 Luftlücken, nur durch eine Zelle getrennt, sich berühren. Nur in den äufseren Partien der Rinde sind sie regellos dem Grundgewebe eingebettet. Die Bildung des Öles erfolgt auch hier, wie in den übrigen Fällen, in der Membran. Man kann den Vorgang an den jungen Blättern der Terminalknospen verfolgen und den Sachverhalt durch Anwendung verschiedener Reagentien (Osmiumsäure, Chloral, Glycerin, Alkohol) feststellen. Die Membran verdickt sich an den 3 gegen die Luftlücken zu liegenden Stellen und erzeugt daselbst 3 Kappen (Fig. 16 *I a*, *b*, *c*). Gleichzeitig erzeugt die Membran gegen das Lumen der Zelle zu eine zarte resistente Haut, die, da sie der „inneren Haut" der schizogenen Gänge entspricht, auch hier als innere Haut bezeichnet werden mag (*ih* in den Fig. 16, *I*, *II*, *IV*, *V*). Welche chemische Beschaffenheit die Membrankappe besitzt, liefs sich nicht feststellen. Die Cellulosereaktion giebt sie nicht, sie wird vielmehr durch Jod-Schwefelsäure gelb gefärbt. Sie ist in Alkohol, Wasser- und Chloral unlöslich. In ihr scheint ausschliefslich die Ölbildung zu erfolgen. Sie fungiert also als resinogene Schicht. In einem Stadium, welches offenbar ein sehr frühes war (Basalteil eines jungen Blattes der Knospe), färbten sich die Kappen mit Osmiumsäure bräunlich, ohne dafs Öltröpfchen sichtbar waren (Fig. 16, *I*). In einem späteren Stadium bemerkt man alsdann in den Kappen, die deutlich durch eine Brücke (Fig. 16, *II* u. *III* bei *x*) miteinander in Verbindung stehen, Öltröpfchen verschiedener Gröfse, wohl auch einen einzigen Tropfen in jeder Kappe (Fig. 16, *IV a*, *b*, *c*). Auch in den Verbindungsbrücken, die den Ansatzstellen der drei benachbarten Zellen entsprechen, erfolgt Ölbildung (Fig. 16, *III* bei *x*). Diese benachbarten Zellen stülpen sich übrigens meist mehr oder weniger in die Ölzellen hinein. Am besten wird die resinogene Schicht sichtbar, wenn man zu dem Wasserpräparate Glycerin oder Chloral zufliefsen läfst. Die weitere Entwickelung ist mir nicht ganz klar. Nach Osmiumsäurepräparaten zu schliefsen, findet nunmehr eine Diffusion des ätherischen Öles durch die innere Haut hindurch in den Centralraum der Zelle statt. Wenigstens findet man bei den fertigen Ölzellen des Rhizoms, im Innern der Zelle liegend, einen grofsen Öltropfen, der von einer Haut umgeben ist. Diese Haut, die bei höchster Einstellung oft Faltungen und Streifungen zeigt, ist offenbar die „innere Haut", die sich von der Wand abgelöst hat. Betrachtet man Schnitte durch das Rhizom in Wasser oder Glycerin, so sieht man (Fig. 16, *VI*) von der resinogenen Schicht nichts. Der centrale, mit Osmiumsäure sich bräunende Öltropfen ist von einem Kranze kleiner umgeben, oder liegt auch scheinbar frei im Zellraume (Fig. 16, *VII* u. *VIII*). Läfst man jedoch Chloral zufliefsen oder betrachtet mit Alkohol extrahierte Schnitte, so sieht man die resinogene Schicht noch in vielen Zellen als sehr hellen Beleg der Wand anliegend. Für gewöhnlich ist die Kappenbildung nunmehr nicht mehr deutlich, sondern der Beleg ist unregelmäfsig geworden. In vielen Zellen ist er gar nicht mehr deutlich (offenbar, weil er verbraucht ist), und es bleibt beim Extrahieren mit Alkohol oftmals nur ein zartes Häutchen übrig, das der Membran einseitig, und zwar an einer Stelle, die der Berührungsfläche einer Stärkezelle entspricht, angeheftet zu sein scheint, bisweilen auch noch 2 Äste erkennen läfst, die den beiden anderen Anheftungsstellen entsprechen (Fig. 16, *IX*). Dieses Häutchen (*ih*) ist die oben erwähnte innere Haut. Wo der Beleg noch sichtbar ist, reagiert er nicht mehr auf Osmiumsäure.

Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich, erfolgt die Ölbildung also auch hier in einer Membranschicht und auch hier ist eine zarte innere Haut vorhanden. Es herrscht somit in der Ölbildung wahrscheinlich Übereinstimmung im Pflanzenreiche. Sie erfolgt sowohl bei den schizogenen und schizolysigenen Gängen (vergl. S. 2), wie bei den Drüsenflecken (S. 14) und den Öldrüsen der Kompositen (S. 6) und Labiaten (S. 74), wie auch den Ölzellen des Kalmusrhizoms (u. and.) in einer Membranschicht, die entweder durch die Kuticula (Labiaten- und Kompositendrüsen) bez. ein derselben äquivalentes Häutchen (Aspidium filix Mas) oder die innere Haut (schizogene Gänge) nach aufsen resp. gegen den Kanal hin abgeschlossen ist.

Die Ölzellen des Kalmusrhizoms, die nur wenig zahlreicher in der Rinde als im Centralcylinder vorkommen und ausschliefslich das Kalmusöl enthalten, sind gröfser als die Parenchymzellen. Sie messen 60—80 mik im Durchmesser und sind meist blasig aufgetrieben. In der Droge zeigt ihre Membran 2 Schichten, eine äufsere verkorkte (vergl. auch An-

gew. Anatomie S. 475) und eine innere, die durch Chlorzinkjod braun, nach vorheriger Behandlung mit Kali blau wird. Beim Behandeln des Schnittes mit Schwefelsäure bleibt die Korkhaut als zarte Membran zurück. Bei der frischen Pflanze und frischen Droge enthalten sie einen farblosen Tropfen ätherischen Öls (s. oben), bei alter Droge 1—3 gelbe oder braune Harzklumpen. Stärke fehlt ihnen stets, doch findet man bisweilen einen kleinen tafelförmigen, korrodierten Oxalatkristall in ihnen.

Die Endodermis besteht aus im Querschnitte tangential gestreckten (Fig. 5, *ed*), im radialen Längsschnitte etwas in der Organsachse gestreckten Zellen (Fig. 9, *ed*), deren Wand verkorkt ist und die ebenso wie das Parenchym Stärke führen. Oftmals ist die Endodermis an den Seiten unterbrochen, läuft also nicht ringsum (Fig. 3 bei *x*). Es sind dies die Stellen, wo das Gewebe des Centralcylinders in das Gewebe der Seitensprosse bez. deren Knospen sich fortsetzt. Die Endodermis des Centralcylinders des Rhizoms setzt sich nämlich direkt an die der Seitensprosse an.

Die Wurzeln treten aus dem Rhizom mit heptarchem Bündel heraus und bleiben auch meist heptarch (Angew. Anatomie S. 366), wie Fig. 13 zeigt. Sieben Gefäfsstrahlen alternieren mit sieben Siebbündeln. Umschlossen ist der centrale, im Verhältnis zum Querschnitte sehr kleine (Fig. 4) Gefäfsbündelcylinder von dem Perikambium, in dem die Nebenwurzeln entstehen (Fig. 13, *pe*), und der verkorkten Endodermis (Fig. 13, *ed*). Die breite Rinde ist lückig und stärkeführend. Ihr Bau gleicht dem des Grundgewebes des Rhizoms. Ölzellen sind auch hier vorhanden. Die Wurzel tritt aus dem Rhizom mit einer doppelten, verkorkten Epidermiszellreihe. Die äufsere Reihe geht jedoch später zu Grunde und sieht man bei älteren Wurzeln nur die Ansatzstellen ihrer Zellen (Fig. 12). Ältere Wurzeln sind daher nur von einer verkorkten Zellreihe bedeckt. Wurzelhaare fehlen. Die zartesten Würzelchen der Pflanze zeigen triarchen Bau (Fig. 14).

Das Pulver.

Das Pulver des Handels scheint ganz allgemein aus geschältem Kalmus bereitet zu werden, denn man findet fast niemals Epidermis- und Korkzellen und sehr selten Bastfasern mit Kristallkammerfasern darin. Die übrigen Elemente des Rhizoms dagegen sind aufs leichteste selbst im feinsten Pulver noch aufzufinden. Reihenförmig vereinigte, stärkeführende, rundliche Parenchymzellen sind oft noch darin erhalten, selbst die charakteristischen Intercellularen findet man an den gröfseren Körnerchen, nur mufs man natürlich die sehr zahlreichen kleinen Stärkekörnchen, deren Gröfse und Form ebenfalls zur Identifizierung der Droge dient, zuvor mit Kali oder Chloral verkleistern. An den Gefäfsbündelfetzen treten die leiterförmig verdickten Gefäfse am deutlichsten hervor, bisweilen war — an gröfseren Fetzen — sogar der konzentrische Bau des Bündels noch zu erkennen. Die Ölzellen werden nach Zusatz von konzentrierter Schwefelsäure deutlich, da ihre Korkhaut alsdann ungelöst bleibt.

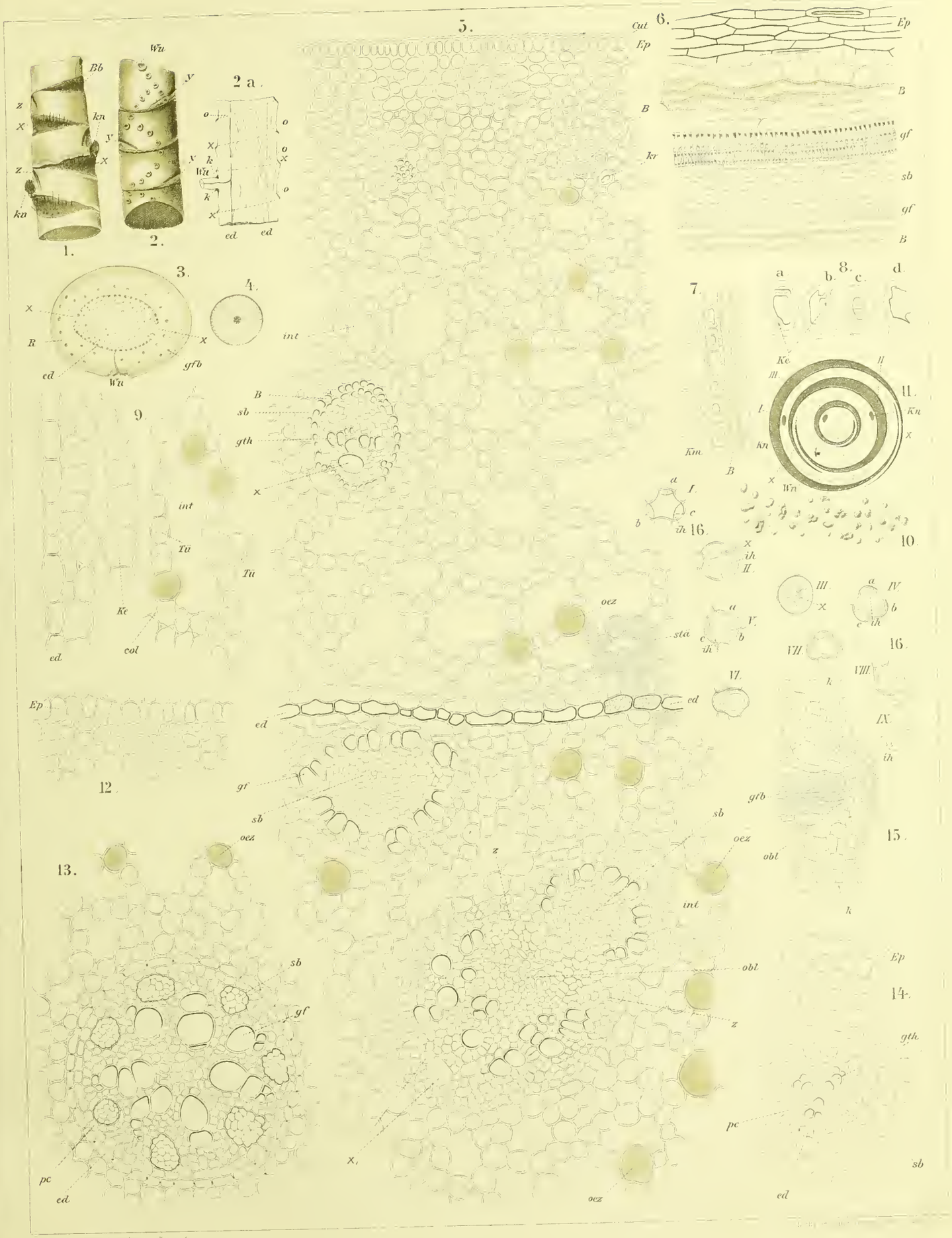
Wenn nicht nur das ungeschälte Rhizom selbst an Stelle des geschälten vorgeschrieben, sondern auch verlangt würde, dafs das Pulver nur aus ungeschältem herzustellen sei, was jetzt noch nicht oder nur sehr selten geschieht, so hätte man in 2 Dingen ein Kriterium, ob ungeschältes Rhizom verwendet wurde: in dem Vorhandensein der Epidermis bez. des Korkes und in dem reichlichen Vorkommen von Bastfasern und Kristallkammerfasern. Denn da die Schälung meist bis etwa zur Hälfte der Rinde vorgenommen wird, fehlt die Epidermis und fehlen die äufseren Rindenbündel mit ihren Bastbelegen ganz oder nahezu ganz. Jedenfalls soll ein gutes Pulver, das also die ölreichen äufseren Schichten enthält, mit Schwefelsäure starke Gipsnadelbildung zeigen. Zwei schön rein weifse Handelsmuster gaben gar keine Gipsnadeln beim Behandeln mit H_2SO_4. Diese Kriterien lassen natürlich bei halbmundierter Ware, bei der nur partiell die Epidermis und die äufseren Rindenschichten abgeschabt sind, im Stich.

Tafel 20.

Erklärung der Abbildungen.

(Acorus Calamus L.)

Fig. 1. Das Rhizom von oben gesehen. *kn* Knospen, *x* Blattnarben.
„ 2. Das Rhizom von unten gesehen.
„ 2a. Medianer Längsschnitt durch das Rhizom, den Bündelverlauf veranschaulichend. Rechts Oberseite, links Unterseite mit Wurzel (*Wu*).
„ 3. Lupenbild des Rhizomquerschnittes.
„ 4. Lupenbild des Wurzelquerschnittes.
„ 5. Querschnitt durch das Rhizom bis in den Centralcylinder hinein.
„ 6. Längsschnitte durch das Rhizom, *Ep* Flächenansicht der Epidermis, darunter ein konzentrisches Bündel.
„ 7. Bastzellbündel aus der Peripherie des Rhizoms mit Kristallkammerfasern. Längsansicht.
Fig. 8. Einzelne Kristallzellen, bei *a*, *b*, *d* ist der Kristall durch Salzsäure herausgelöst.
„ 9. Längsschnitt durch die Rinde des Rhizoms an der Endodermis.
„ 10. Stärkekörner des Rhizoms.
„ 11. Diagramm des Rhizoms, um Lage und Anheftung der Blätter, Wurzeln und Knospen zu zeigen.
„ 12. Peripherische Partie der Wurzel, Querschnitt.
„ 13. Centraler Bündelcylinder der Wurzel, Querschnitt.
„ 14. Junge, sehr zarte Wurzel, Querschnitt.
„ 15. Querschnitt durch eine Blattnarbe mit einem austretenden Blattbündel.
„ 16, *I—IX*. Entwickelungsgeschichte der Ölzellen.



Druck v. Oscar Brandstetter Leipzig

Cortex granati.

Granatrinde, Ecorce de Grenadier, Pomegranate bark.

Der Granatbaum, Punica Granatum L., liefert sowohl die Zweigrinde wie die Wurzelrinde in den Arzneischatz.

Die Zweigrinde mag, da sie jetzt von vielen Pharmakopöen der Wurzelrinde gleichgestellt wird und wohl auch schon seit langem die Hauptmasse der Droge ausmachte, zunächst besprochen werden.

Untersucht man ganz junge, ca. 1 cm dicke, noch grüne Zweigspitzen, so findet man, dafs dieselben viereckig oder rechteckig im Querschnitte sind und an den 4 Ecken je eine vorspringende Leiste tragen (Fig. 6, *cost*). Die Rinde besteht aufsen aus Chlorophyllparenchym (grüne Rinde, Fig. 6, *pR*), dann folgt ein lockerer Kranz von Bastzellgruppen (Fig. 6, *B*) und innerhalb desselben die sekundäre Rinde, die noch keinerlei Oxalatdrusen führt (*sR*), dann das Kambium (*c*) und der Gefäfsteilcylinder (*gth*). Zu innerst liegt das Mark (*m*). Das Gewebe der Rippen ist etwas stärker verdickt als das der primären Rinde, im Mark und in der primären Rinde liegen grofse Kalkoxalatkristalle (Drusen und Einzelkristalle).

Schon in dem folgenden Internodium beginnt die Abstofsung der Hauptmasse der primären Rinde. In der Zellschicht unmittelbar innerhalb der Bastzellgruppen beginnt Tangentialteilung in den Zellen. Es entwickelt sich ein Phellogen und rasch schreitet die Korkzellbildung vor. Bereits in diesem Internodium sind 2—3 Korkzellreihen gebildet (Fig. 2, *k*) und die aufserhalb der ringsum laufenden Korkzellzone liegenden Rindenschichten zeigen deutliche Obliteration (Fig. 2) und Bräunung der Zellwandungen.

Im folgenden, 2,5 mm dicken Internodium sind nur noch gebräunte Fetzen der primären Rinde bemerkbar und der Zweig ist von einem grofszelligen Korke bedeckt. Die Rinde hat jetzt eine Dicke von 0,3 mm. Die 4 mm dicken Zweige zeigen keine Reste der primären Rinde mehr (Fig. 3). Das Phellogen ist, nachdem es einige Reihen dünnwandigen Korkes gebildet, zur Erzeugung dickwandigen Korkes vorgeschritten (bei × in Fig. 3). Der ursprünglich nur in 2—3 Reihen parenchymatischer Zellen übrig gebliebene Rest der primären Rinde ist durch Tangentialteilung der Zellen etwa achtreihig geworden (Fig. 3, *pR*) und führt reichlich Chlorophyllkörner, in der sekundären Rinde sind Oxalatdrusen bereits deutlich. Mechanische Elemente fehlen noch gänzlich.

Die Droge besteht aus 0,5—3 mm dicken Zweig-Rindenstücken, die, da die Verästelung eine reiche und die Internodien kurz sind, nur eine Länge von etwa 10 cm besitzen. Die dünnsten, also jüngsten Rindenstücke sind aufsen gelbgrün, die ältesten graugrün, graugelblich oder bräunlich. Bei den jüngeren springt der Kork oft streckenweise im Phellogen ab, die braungrüne oder braune Mittelrinde blofslegend, bei den älteren haftet es ziemlich fest an. Die Innenseite der Rinde ist gelb oder gelbbräunlich, zart längsstreifig. Die jüngeren Rinden zeigen zahlreiche rundliche oder schwach quergestreckte bräunliche Lenticellen, bei den älteren bilden die Lenticellen langgestreckte gerade oder gekrümmte Streifen, die auf weite Strecken hin zu verfolgen sind. Selbst bei den ältesten Rinden des Handels ist Borkebildung nicht zu beobachten, da dieselbe erst nach 20 Jahren auftritt und auch dann nur wenig ergiebig ist.

Kleine, meist schwarze, punkt-, strich- oder inselartige Flechten der Graphideenabteilung (besonders Arthopyrenia atomaria Müll. Arg., Arthonia astroidea var. anastomosans Hepp., Arthonia punctiformis Achar. u. a.) geben dem Korke eine eigentümliche Zeichnung. Die Apothecien sind meist reif und deutlich erkennt man in ihnen die achtsporigen Asci (Fig. 14). Der Flechtenthallus sitzt in der dünnwandigen Korkschicht.

Die Rinde der Zweige, wie sie in der Droge vorliegt, besitzt folgenden Bau.

Die primäre Rinde ist durch die endogene Korkbildung (s. oben) bis innerhalb des Bastzellringes vollständig abgeworfen. Das Phellogen hat, nachdem es etwa 4 Reihen oft obliterierten, dünnwandigen Korkes gebildet, 2—3 Reihen dickwandigen Korkes erzeugt. Jede dieser Korkzellen ist einseitig und zwar auf der inneren Seite stark verdickt, die anderen Seiten bleiben dünnwandig (Fig. 9). Doch läuft die Verdickung ein kleines Stück an der Seitenwand in die Höhe (Fig. 9), so dafs die — übrigens lückenlos aneinander anschliefsenden Korkzellen auch von der Fläche gesehen (Fig. 13) etwas verdickt erscheinen. Die verdickte Innenwand ist getüpfelt (Fig. 9 u. 13). Nach innen hat das Phellogen einige Reihen Hypoderm gebildet. Die Lenticellen (Rindenporen, Korkhöckerchen) liegen oft über einem breiten, primären Rindenstrahl, der, sich nach aufsen stark verbreiternd (Fig. 11 bei *x*), oftmals in seinen Zellen wohlausgebildete Oxalatkristalle führt. Die Lenticellen bestehen aus abwechselnden Lagen von Porenkork (Fig. 11, *pk*) und Choriphelloid (Fig. 11, *cp*), die Poren-

korklagen (Porenkorkschichten, Porophellemschichten, Zwischenstreifen) bestehen aus flachen, tangential gestreckten, tafelförmigen Korkzellen, die zwischen sich Intercellularräume besitzen (Fig. 5, bei *x*), das Choriphelloid (Füllzellen) aus rundlichen, oft nicht allseitig (sondern nur innen und an den Seiten) verdickten, getüpfelten Zellen (Fig. 5, *cp* und 5a), die stets mehr oder weniger grofse Luftlücken zwischen sich lassen (Fig. 12), wie ein Flächenschnitt lehrt. Bald wechseln viele Lagen dieser Zellarten miteinander ab (Fig. 11), bald nur 2 oder 3 (Fig. 5). Meist werden die äufseren Lagen gesprengt (Fig. 5) und ergänzen sich von innen her (Fig. 11). Geht dies längere Zeit fort, so entstehen an diesen Stellen tiefe Mulden, die, wenn sie längsgestreckt sind, als vertiefte dunklere Streifen auf der Rindenoberfläche sichtbar sind (s. oben). Die reiche Durchlüftung sowohl des Porenkorkes wie des Choriphelloids zeigt, dafs die Lentizellen Durchlüftungsorgane sind (Angew. Anatomie S. 443).

Das von dem Phellogen nach innen abgeschiedene Phelloderm ist nur wenigzellig und höchstens 3 Schichten breit. Auf das Phelloderm folgt die primäre Rinde, soweit dieselbe noch erhalten. Sie führt ziemlich reichlich Chlorophyllkörner, so dafs, wenn — wie dies häufig vorkommt — der Kork im Phellogen abblättert, eine braungrüne Fläche zum Vorschein kommt. Aufser Chlorophyllkörnern führt die primäre Rinde reichlich Stärke. Die Parenchymzellen, die im Querschnitte tangential gestreckt, im radialen Längsschnitte rundlich erscheinen, zeigen an den Wänden oft eine eigentümliche Netzleistenverdickung (Fig. 4b). Eingestreut in das Gewebe der primären Rinde finden sich bei älteren Rinden zahlreiche grofse Sclereuchymelemente. Jüngeren Rinden (Fig. 11) fehlen dieselben ganz oder sind doch selten. Die Form, die Länge und Breite derselben ist aufserordentlichen Schwankungen unterworfen (Fig. 10). Im Querschnitte erscheinen sie meist tangential gestreckt und nicht selten 110—200 mik breit. Sie sind bald gerade, spindelförmig, ungeteilt, bald gegabelt, gekrümmt, hin und her gebogen, oder mit zahlreichen Ausstülpungen versehen. Ihre Breite schwankt zwischen 20 und 200 mik, ihre Länge zwischen 90 und 250 (ja 400) mik. Ihre Wand zeigt, wenigstens in den äufseren Partien, eine sehr deutliche Schichtung. Für gewöhnlich ist die Verdickung eine so starke, dafs von dem Lumen nur eine kleine Höhlung oder ein zarter Spalt übrig bleibt. Dort, wo die Verdickung nicht so weit vorgeschritten ist, erkennt man deutlich die Tüpfel und kann konstatieren, dafs dieselben linksschief—spaltenförmig sind (Fig. 10). Daraus geht hervor, dafs diese Zellen, deren Wand keine Verholzung zeigt (durch Phloroglucin-Salzsäure tritt Orangefärbung ein), nicht zu den Sclereiden gehören, sondern metamorphosierte Bastzellen sind. Sie finden sich vorwiegend in der primären Rinde oder den benachbarten Partien der sekundären — besonders in den Strahlenenden — und fehlen den mittleren und inneren Partien der sekundären Rinde ganz oder nahezu ganz.

Die sekundäre Rinde zeigt bei etwa 1 mm dicken Rindenstücken bei schwacher Vergröfserung eine sehr klar hervortretende geflammte Zeichnung (Fig. 11), die von den dreieckigen Siebstrahlen erzeugt und eine sehr zarte Tangentialstreifung, die von den Oxalatzellreihen hervorgerufen wird. Die geflammte Zeichnung wird bei älteren, 3—4 mm dicken Rinden undeutlich, die Tangentialstreifung bleibt aber auch hier deutlich, beide sind mit blofsem Auge nicht sichtbar.

Die sekundäre Rinde besitzt folgenden Bau. Die Rindenstrahlen sind eine, sehr selten 2 Zellen breit (Fig. 4, *rst*) und 1—16, oft 4—7 Zellen hoch (Fig. 7, *rst*). Sie bieten im radialen Längsschnitte das bekannte Bild des Mauerparenchyms (Fig. 8), im tangentialen Längsschnitte sind sie unregelmäfsig spindelförmig (Fig. 7, *rst*). Bei letzterem Schnitte sieht man auch, dafs die Rindenstrahlzellen entweder getüpfelt (Fig. 7, *tpf* unten) oder netzleistenförmig verdickt sind (Fig. 7, *tpf* oben). Zwischen diesen Rindenstrahlen liegen die „Siebstrahlen“ (Angew. Anatomie S. 384), d. h. die eigentliche sekundäre Rinde. Dieselben bestehen aus 3 Elementen. Zunächst finden sich darin Zellen, von denen jede einzelne eine wohlausgebildete Kalkoxalatdruse oder einen Einzelkristall enthält (*kr* in Fig. 4, 7, 8). Diese Zellen sind fast genau quadratisch, zeigen also im Querschnitte (Fig. 4), im tangentialen (Fig. 7) und im radialen Längsschnitte (Fig. 8) dasselbe Bild. Sie sind zu ziemlich langen Kristallkammerfasern vereinigt, deren spitze Enden auf dem tangentialen Längsschnitte besonders deutlich hervortreten (*km* in Fig. 7). Sämtliche Zellen jeder dieser Kristallkammerfasern sind aus einer Zelle hervorgegangen, die Querwände sind denn auch dünner als die Längswände (Fig. 8). Die Oxalatdruse ist fast so grofs als die Zelle. Diese Oxalatzellen bilden auf dem Querschnitte (über die Rindenstrahlen hinlaufende) regelmäfsige Tangentialreihen, und diese Tangentialreihen sind es, die die feine, mit der Lupe sichtbare Tangentialstreifung des Rindenquerschnittes bedingen, von der oben die Rede war.

Das zweite Element des Siebteiles ist ein ebenfalls sehr regelmäfsig angeordnetes Phloemparenchym (Leitparenchym, Angew. Anatomie S. 342), dessen Zellen im Querschnitte und Längsschnitte quadratisch oder nahezu quadratisch sind (*php* in Fig. 4, 7 u. 8) und — auf dem Querschnitte — gleichfalls Tangentialreihen bilden.

Die beiden Elemente — Oxalatzellen und Phloemparenchym — werden begleitet von Siebröhren und die Siebröhren wohl vertretenden eigentümlich getüpfelten Zellen. Die typischen Siebröhren findet man wohlausgebildet und erhalten nur in den innersten Schichten der sekundären Rinde. Hier erscheinen sie als lange Schläuche mit quer oder schief gestellten Platten (*sb* in Fig. 4a). Weiter nach aufsen findet man sie nicht mehr. Sie obliterieren nämlich frühzeitig, eine Eigentümlichkeit, die sie z. B. mit den Siebröhren der Süfsholzwurzel teilen (vgl. S. 30). So kommt es, dafs man in den mittleren und äufseren Partien der sekundären Rinde nur die obliterierten Siebröhrenstränge als Keratenchymbündel (Angew. Anatomie S. 337) antrifft (*obl* in Fig. 4 u. 8). Erhalten bleiben jedoch lange eigentümlich getüpfelte Zellen, deren Längs- und Querwände auf dem Tangentialschnitte deutlich knotig gegliedert sind (*x* in Fig. 7) und die auf dem Radialschnitte eine einfache oder mehrfache Reihe breiter Tüpfel zeigen (Fig. 8, *x*) — mit

anderen Worten: deren Radialwände getüpfelt sind. Diese Zellen sind länger als die Phloemparenchymzellen, besitzen aber ebenfalls meist horizontale Querwände.

Stärke findet sich, aufser in der primären Rinde, in den Rindenstrahlen und in dem Phloemparenchym. In diesen Zellen erhält man auch allein die Reaktion auf Pelletierintannat resp. die Granatgerbsäurereaktion. Ihr Inhalt wird durch Kalipyrochromat tief rotbraun, durch Kaliumwismutjodid rotbraun, durch Phosphormolybdänsäure erst blutrot, dann rotbraun, durch Eisenchlorid blauschwarz, durch Kali tief orangerot. Den innersten, jüngsten Schichten der sekundären Rinde fehlt Stärke, wohl aber werden dieselben durch Phosphorwolframsäure gelblich und Kalkwasser orangegelb gefärbt. Legt man einen Schnitt in Sublimatlösung, so beobachtet man nach dem Eintrocknen zahlreiche bräunliche, quadratische Kriställchen, konzentrierte Schwefelsäure färbt braungelb, Goldchlorid wird reduziert und der Schnitt erscheint am Rande vergoldet. Überhaupt scheinen in den Zellen der Rinde stark reduzierende Substanzen enthalten zu sein.

Das Kambium ist auch an den Stücken der Droge noch sehr deutlich erhalten.

Die Stärkekörner sind rundlich oder gestreckt, bisweilen gekrümmt oder keulenförmig, relativ selten zusammengesetzt. Ihre Länge beträgt 2,5—7,5 mik (Fig. 16). Die Oxalatkristalle sind in der sekundären Rinde meist in Form runder Drusen (Fig. 4, 8, 15 *d*) vorhanden, doch kommen daselbst auch Einzelkristalle vor (Fig. 15); in der primären Rinde bilden die letzteren die Regel.

Die Rinde der Wurzel des Granatbaums zeigt, obwohl ihre Entwickelungsgeschichte eine ganz andere ist, doch schliefslich einen sehr ähnlichen Bau wie die Stammrinde.

Das primäre Bündel der Wurzel ist, wenn die Wurzel 0,3 – 0,35 mm dick ist, radial-tetrarch, wird aber schon frühzeitig kollateral. In 0,4 mm dicken Wurzeln ist es bereits kollateral geworden. Die 4—5 Zellreihen dicke primäre Rinde, in deren Zellen eine endotrophische Mycorhiza vorkommt, zeigt schon in diesem Stadium Bräunung und Obliteration — sie wird kurz nachher abgeworfen — und in dem Perikambium sind bereits 3 Reihen von Korkzellen entstanden. Die das Perikambium umgebende verkorkte Endodermis, die relativ grofszellig ist und bei den jüngsten Wurzeln über den Gefäfsstrahlen des tetrarchen Centralbündels unverkorkte Durchbrechungsstellen zeigt, ist obliteriert. Eine 0,75 mm dicke Wurzel läfst nichts mehr von der primären Rinde erkennen, der Holzkörper ist mächtig herangewachsen, der perikambiale Kork liegt zu äufserst; er bedeckt die schmale sekundäre Rinde, ist 4—6 Zellreihen dick und zeigt in den inneren Schichten bereits die charakteristische Verdickung an den inneren Wänden, allerdings nur schwach, aber doch deutlich. Bei einer 0,4 mm dicken Rinde einer 2,5 mm dicken Wurzel sind in den inneren Schichten der sekundären Rinde bereits reichlich Kalkoxalatdrusen wahrzunehmen, in den äufseren lebhafte Teilung, der Tangentialdehnung folgende Radialwände.

Die Rindenstücke der Droge, der Cort. radicis Granati, denen ganze Wurzelstücke verschiedenster Dicke beigemengt zu sein pflegen, weichen von den Stammstücken in einigen Punkten ab. Sie sind breit, relativ flach, oft unregelmäfsig verbogen. An den Stellen, wo der Kork abgescheuert ist, tritt eine gelbbraune, keine braungrüne Farbe hervor, da dem Phelloderm das Chlorophyll fehlt. Flechten fehlen, Lenticellen sind selten. Breite flache, schalenförmige Vertiefungen (Conchas) sind häufig.

Am charakteristischsten ist die der Stammrinde für gewöhnlich gänzlich fehlende, oder doch sehr wenig ausgiebige Borkebildung bei der Wurzelrinde. Der perikambiale Kork entwickelt sich nämlich zunächst normal. Das Phellogen (*phg* in Fig. 1) erzeugt zunächst dünnwandigen Kork, der samt der Endodermis frühzeitig obliteriert (*k, obl* in Fig. 1) und dann mehrere Reihen von Korkzellen, deren Wand auf der Innenseite stark verdickt ist (*x* in Fig. 1), ganz wie bei der Stammrinde. Gleichzeitig entsteht wenig Phelloderm (*pd*). Aber schon sehr frühzeitig entstehen tief im Innern der sekundären Rinde Korkstreifen, die zur Bildung typischer Schuppenborke führen und durch Abstofsen der Borkeschuppen die flach-schalenförmigen Vertiefungen auf der Oberfläche der Rinde erzeugen. Diese innere Peridermbildung beginnt mit der Entstehung von Phellogenstreifen und verläuft ganz analog der äufseren Peridermbildung. Auch bei den inneren Peridermbändern verdicken sich die inneren Korkzellreihen, auch bei ihnen sind die äufseren dünnwandig, doch pflegen die letzteren hier im Querschnitte mehr quadratisch oder unregelmäfsig zu sein. Durch diese Borkebildung werden oft grofse Streifen der sekundären Rinde mit Bastfasern, Kristallzellen und Siebbündeln abgestofsen. So kommt es, dafs man bei den älteren Rindenstücken fast niemals das in Fig. 1 dargestellte Querschnittsbild erhält, sondern zu äufserst das Borkeperiderm liegt — dasselbe ist oft abgescheuert — und dann sogleich die Rindenstrahlen einsetzen, die subphellodermale Mittelschicht (Fig. 1, *Ms*), die durch reichliche Teilungen aus den äufsersten Schichten der sekundären Rinde entstand, also gänzlich fehlt, ebenso wie die darauf folgenden Schichten. Diese Rindenstücke zeigen denn auch nicht das charakteristische, geflammte Aussehen der Stammrindenstücke (Fig. 11). Bei jüngeren Wurzelrinden ist das äufsere Periderm typisch erhalten (Fig. 1). Auf dasselbe folgt stärkeführendes Rindenparenchym, in dessen Zellen oft wohlausgebildete Oxalatkristalle auftreten und dessen Wände nicht selten Netzleistenverdickungen zeigen (Fig. 1, *z*). In diesem Gewebe liegen auch die obliterierten primären Siebbündel (Fig. 1, *obl*) und grofse, knorrige Bastfasern (Fig. 1, *B* u. 10) von dem gleichen Bau und gleicher Gröfse wie oben bei der Stammrinde beschrieben. Die inneren Partien der Rinde zeigen fast ganz den gleichen Bau wie die entsprechenden der Stammrinde, doch ist die Anordnung der Kristallzellen nicht ganz so regelmäfsig wie bei dieser, wie der Vergleich von Fig. 1 und 4 lehrt, auch finden sich hier bei der Wurzel

rinde noch reichlich eben jene knorrigen Bastzellen (Fig. 1, *B*), die den entsprechenden Schichten der Stammrinde fast ganz fehlen. Hier findet man auch Bastzellen anderer Form, kurze, stabförmige Zellen mit oft abgestutzten Ecken (Fig. 10, *x*). Die äufseren Siebröhrengruppen sind obliteriert (*obl* 1 in Fig. 1), die inneren, am meist gut sichtbaren Kambium, erhalten. Hier sind Siebröhren und Geleitzellen oft recht deutlich (Fig. 1a, *sb* und *glt*).

Der Bau der Markstrahlen ist bei der Wurzelrinde der gleiche wie bei der Stammrinde, die mikrochemischen Reaktionen sind ebenfalls bei beiden gleich, da der Zellinhalt bei beiden derselbe ist.

Das Pulver.

Im Pulver prävaliert die Stärke, deren charakteristische Körner (Fig. 16) die Diagnose erleichtern. Behandelt man dann das Pulver mit Chloral, so sieht man nicht nur isolierte Oxalatdrusen, sondern oft lange Stücke gut erhaltener Kristallkammerfasern (Fig. 8), wie sie radiale Längsschnitte darbieten. Diese geben dem Bilde etwas sehr Charakteristisches. Auch das Mauerparenchym der Rindenstrahlen (Fig. 8) und der Kork (Fig. 13), sowie isolierte Choriphelloidzellen (Fig. 5a) sind deutlich. Hier und da sieht man auch die rundlichen Zellen der subepidermalen Schichten. Die knorrigen Bastzellen (Fig. 10) sind sehr selten, immerhin in jedem Pulver zu finden.

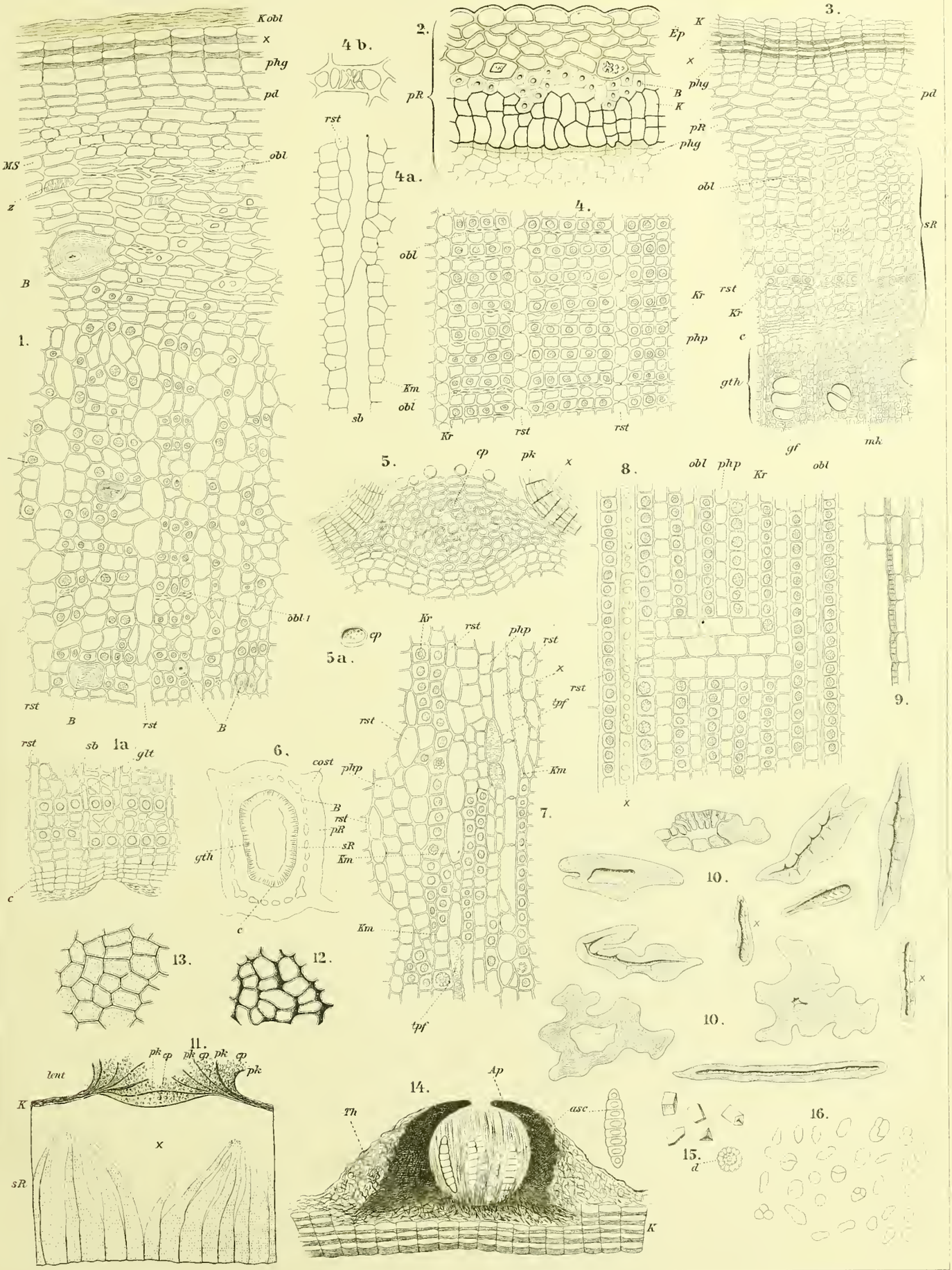
Tafel 21.

Erklärung der Abbildungen.

(Punica Granatum L.)

Fig. 1. Querschnitt durch die äufsere Partie junger Wurzelrinde.
„ 1a. Querschnitt durch die kambiale Partie der Wurzelrinde.
„ 2—9, 11—14. Stammrinde.
„ 2. Endogene Korkbildung in ganz junger Rinde, die zur Abstofsung der Hauptmasse der primären Rinde führt.
„ 3. Etwas älteres Internodium, die Hauptmasse der primären Rinde ist abgestofsen, in der sekundären sind bereits Kristallzellen gebildet.
„ 4. Partie aus dem mittleren Teile älterer Rinde (aus der Handelsware). Querschnitt.
„ 4a. Siebröhre aus der kambialen Partie der Stammrinde (Handelsware). Tangentialer Längsschnitt.
„ 4b. Mit Netzleisten verdickte Rindenparenchymzelle aus der subperidermalen Rindenpartie. Querschnitt.
„ 5. Junge Lenticelle, im Querschnitt. Die erste Trennungsschicht gesprengt.
„ 5a. Choriphelloidzelle.
„ 6. Schematischer Querschnitt durch ein ganz junges, noch grünes Internodium.
Fig. 7. Tangentialer Längsschnitt durch die mittlere Partie der Stammrinde (Fig. 4).
„ 8. Radialer Längsschnitt durch die mittlere Partie der Stammrinde (Fig. 4).
„ 9. Radialer Längsschnitt durch das Periderm.
„ 10. Mit Schultzescher Macerationsflüssigkeit isolierte, knorrige Bastzellen.
„ 11. Lupenbild eines jüngeren Rindenquerschnittes der Handelsware mit einer Lenticelle (*lent*).
„ 12. Choriphelloidzellen (Füllzellen) der Lenticellen von der Fläche gesehen, mit den luftführenden Intercellularen.
„ 13. Normale, verdickte Korkzellen (Fig. 1, *x*), von der Fläche gesehen.
„ 14. Das Apothecium einer Arthonia von der Stammrinde, rechts ein isolierter Ascus (*asc*).
„ 15. Isolierte Kalkoxalat-Einzelkristalle, *d* eine Druse.
„ 16. Stärkekörner.

Cortex Granati



Druck v. Oscar Brandstetter, Leipzig.

Louis Gerstner, lithogr. Anst., Leipzig-R.

Flor. Verbasci.

Wollblumen, Königskerze, Fleurs de Bouillon blanc, Molène, Torch-weed, Mollein.

Die Blüten von Verbascum thapsiforme Schrad. sind zu Dichasien vereinigt, die ihrerseits wieder, an einer langen Infloreszenzachse sitzend, einen sog. Blütenschwanz bilden. Sie entstehen zuerst einzeln in den Achseln der spiralig angeordneten, zugespitzten, an der Infloreszenzachse herablaufenden Deckblättern (den Hochblättern der Infloreszenz, Fig. 5, *D*). Diese erste Blüte (Fig. 5,1) hat 2 lanzettliche Vorblätter (α). In den Achseln dieser letzteren entspringen bald 2, bald 4, gleichfalls mit Vorblättern (β) versehene Blüten (3—3. 5—5). Bevor jedoch diese 2, bez. 4 mit der Blüte 1 ein 3-, bez. 5-blütiges Dichasium bildenden Blüten sich entfalten, entsteht zwischen diesem Dichasium und dem Deckblatte *D*, also unter Blüte 1, eine Beiknospe als Bereicherungssprofs. Der Bereicherungssprofs ist im einfachsten Falle einblütig. Meist jedoch entsteht zwischen dieser einen Blüte, die zuerst aufblüht (2), und dem Deckblatte noch eine zweite Blüte (4). Jede derselben hat 2 Vorblätter (γ). Bisweilen finden sich aber auch noch in den Achseln der Deckblätter der oberen, älteren Blüte zwei weitere, aber deckblattlose Blüten (6). Diese sind die zuletzt aufblühenden. Infolge des sehr verschiedenen Alters der Blüten blühen von diesen Teilinfloreszenzen meist nur eine oder zwei zu gleicher Zeit. Da sie aber alle nacheinander (in der Reihenfolge der Zahlen) zum Blühen kommen, so steht ein Blütenschwanz von Verbascum thapsiforme wochenlang in Blüte.

Die Blüten sind kurzgestielt und messen 2—3 cm im Durchmesser. Die Droge besteht gewöhnlich nur aus der Krone mit den daran sitzenden Staubfäden. Die Krone löst sich nämlich sehr leicht aus der Kelchröhre heraus.

Der glockige Kelch ist grün, gamosepal-krugförmig, fünfzählig, innen glatt, aufsen dicht filzig behaart, 6—8 mm lang. Sein Saum besteht aus 5 eilanzettlichen, länglich dreieckigen Zipfeln (Fig. 4, *Se*), die sich dachziegelig decken. Der oberste, hinterste, unpaare und stets etwas kleinere Zipfel liegt ganz innen, gedeckt von den beiden oberen und seitlichen, der rechte untere deckt den oberen und wird von dem linken unteren bedeckt, welcher letztere demgemäfs ganz aufsen liegt. Die Knospenlage ist also eine aufsteigend-dachziegelige. Im unteren Teile ist der Kelch dick-fleischig. Die einzelnen Blätter erscheinen daselbst fast dreieckig im Querschnitte, eine Erscheinung, die sich auch noch weiter nach oben verfolgen läfst und den Zipfeln ein gekieltes Ansehn giebt (Fig. 4). Im unteren Teile erreicht der Kelch im Maximum eine Dicke von ca. 30 Zellschichten, in der Mitte sinkt die Dicke auf ca. 20 und im oberen Teile auf ca. 15 Zellschichten im Maximum. Am dicksten ist der Kelch an den der Mittelrippe entsprechenden Partien. Die Mittelrippe (Fig. 6, *Ml*) ist auch sonst durch ein gröfseres, von einer Stärkescheide umgebenes Nervenbündel markiert, an das sich auf beiden Seiten ca. 5 kleinere anreihen. Alle Bündel liegen in einer Linie, der Innen- d. h. Oberseite der Blätter stark genähert. Die letztere zeigt denn auch deutlich die Nervatur und läfst 3 Hauptnerven pro Blatt und ein reich verzweigtes Anastomosennetz erkennen. Die Epidermiszellen der Blattoberseite sind auf der Aufsenseite und der Innenseite stark verdickt, ein Verhalten, das in den basalen Partien des Kelches sehr deutlich ist, weiter nach oben sich dann verwischt und in den obersten Partien undeutlich wird, doch ist auch dort die Aufsenseite stark verdickt (Fig. 6, *Epo*). Die Oberseite ist fast ganz frei von Haaren (Fig. 6), wenigstens findet man daselbst die Sternhaare niemals, nur einige Köpfchenhaare sind da und dort im basalen Teile sichtbar. Im oberen Teile findet man vereinzelt Spaltöffnungen (Fig. 7, *st*). Von der Fläche gesehen sind die Epidermiszellen gestreckt rechteckig, fast isodiametrisch (Fig. 7). Das Parenchym des Mesophylls ist nur im basalen Teile des Blattes in der Gefäfsbündelpartie lückig, sonst ziemlich dicht (Fig. 6, *Mes*). Es enthält Chlorophyllkörner und Stärke. Die Gröfse der Stärkekörner beträgt 3—8 mik. Die Epidermis der Aufsen- d. h. Blatt-Unterseite besteht aus kleineren Zellen (Fig. 8). Zahlreiche Spaltöffnungen (Fig. 8, *st*) und Haare zweierlei Art finden sich hier. Die Haare sind entweder Drüsenhaare (Fig. 6, *dr*) mit oftmals sehr zahlreichen sezernierenden Zellen (Fig. 8, *dr*) und mehrzelligem Stiel oder Sternhaare (Fig. 6 u. 8, *t*). Die letzteren bestehen aus 1 bis 4 Etagen. Der Gipfelstern ist 3-, 4-, 5- oder 6-strahlig (Fig. 8), besonders 6-strahlige Sterne sind häufig.

Dem Kelche eingefügt, mit diesem verwachsen und daher beim Ablösen der Korolle gelegentlich des Einsammelns ver-

bunden bleibend, ist der Fruchtknoten und der Griffel (Fig. 2 u. 4, *fk* u. *grf*).

Der Fruchtknoten ist eiförmig, etwa 2 mm lang und breit, zweifächerig, die Scheidewand steht im Diagramm quer (also nicht wie in Fig. 19). Das untere Fach ist etwas gröfser als das obere (Fig. 2). An der Scheidewand sitzen auf jeder Seite 2, im Fruchtknotenquerschnitte keulenförmig erscheinende Placenten (Fig. 19, *pla*), die dicht besetzt sind mit horizontal gestellten anatropen Ovulis (Fig. 19, *ov*), die nur ein Integument besitzen. Die Fruchtknotenwand ist sehr dünn. Sie besteht aus wenigen Reihen, von Bündelchen durchzogenen Parenchyms. Das der Mittelrippe des Karpells entsprechende Bündel ist gröfser als die übrigen (Fig. 19, *Ml*). An der Aufsenseite ist die Fruchtknotenwand dicht filzig behaart, mit zahlreichen Sternhaaren und Köpfchendrüsen besetzt (Fig. 19).

Der Griffel ist nur an der Basis behaart, nach oben hin kahl. Er ist ca. 1,2 cm lang; an der Basis aufrecht oder nach unten gekrümmt, steigt er im oberen Teile in flachem Bogen nach oben (Fig. 2). Im Querschnitte ist er fast rund, nur wenig breit gedrückt-oval (Fig. 18). Den centralen Griffelkanal (Fig. 18, *grfk*) umgiebt das leitende Gewebe (Fig. 18, *l*), rechts und links davon liegen die 2 kleinen Bündel (*gfb*), die zu den beiden nur undeutlich voneinander gesonderten Narbenschenkeln (Fig. 17a u. b) der kantigen Narbe führen, von denen der eine (b) gröfser als der andere (a) ist. Die Narbenpapillen (Fig. 17, *Np*) laufen ein Stück weit am Griffel herab (Fig. 4). Pollenkörner, oft mit ausgetriebenem Pollenschlauche (Fig. 27), hängen ihnen reichlich an. Die Kuticula der Epidermiszellen des Griffels zeigt zarte Längsfalten.

Kelch, Fruchtknoten und Griffel fehlen der Handelsware.

Die Korolle ist radförmig, 5-zählig, sympetal, in der Mediane ca. 3,5 cm breit. An der Basis sind die 5 Blätter zu einer kurzen Röhre verwachsen, die 5 Zipfel sind fast kreisrund, sie decken sich dachziegelig mit ihren Rändern, die Knospenlage (Präfloration) ist eine absteigende. Das unterste liegt zu innerst, doch schiebt sich dasselbe, da es sich stark vergröfsert, später oft nach aufsen heraus (Fig. 3), so dafs er dann scheinbar zu äufserst liegt. Die Korolle ist medianzygomorph und setzt die schwache Zygomorphie des Kelches verstärkt fort. Der unterste Kronenlappen (Fig. 3, *X*) ist oft erheblich gröfser als die beiden seitlichen und die beiden oberen, welche letzteren am kleinsten und oft ein Drittel kleiner sind als der untere grofse Lappen (Fig. 3). Im Röhrenteile ist die Korolle dickfleischig, aufsen und innen kahl und glänzend, unten farblos, nach oben gelb. Die Epidermiszellen sowohl der Oberseite wie der Unterseite sind palissadenartig gestreckt (Fig. 9, *Epu* u. *Epo*). Sie enthalten einen hellgelben Zellsaft und auf der Blattoberseite, d. h. der Innenseite der Röhre der Aufsenwand genähert, einen kleinen hellen, stark lichtbrechenden Tropfen, der sich nicht in Chloral, Essigsäure und Kali, selbst bei längerem Liegen auch in Alkohol nicht, wohl aber in Salzsäure und Schwefelsäure löst (Fig. 9 u. 11, *tro*). Osmiumsäure färbt ihn nicht. Die Kuticula der auch auf der Innenseite stark verdickten Epidermiszellen (Fig. 9, *Epo*) ist wellig gefaltet (*cut*), die der Epidermiszellen der Blattunterseite (Aufsenseite, *Epu*) glatt. Das Mesophyll besteht aus einem, von zahlreichen, oft ziemlich grofsen Intercellularen durchzogenen, daher im auffallenden Lichte weifs erscheinenden, dünnwandigen Parenchym, dessen Zellen zahlreiche eigentümlich gestaltete Stärkekörner enthalten, deren Herkunft aus Chromatophoren (Fig. 30, *chro*) deutlich erkennbar ist. Denn den meisten der Körner liegen die Leukoplasten (Angew. Anatomie S. 54) noch an oder begleiten sie in Form lappiger Gebilde von schwammiger Struktur (Fig. 30, *chro*). Das Parenchym ist von 30 Bündeln durchzogen. Fünf grofse liegen an den Grenzen der Korollenblätter, sie treten in die Filamente ein; zwischen ihnen liegen jedesmal fünf kleine, die unverzweigt die Röhre durchlaufen, in die Blumenblattlappen eintreten (Fig. 1, *X*), sich in denselben reichlich verzweigen und daselbst ein vielverzweigtes Anastomosennetz erzeugen (Fig. 1, 2, 3). Weiter nach oben wird das Blumenblatt dünner und in den Kronenlappen ist es nur wenig-schichtig (Fig. 10). Das farbstofffreie Mesophyll ist ein Sternparenchym, das von grofsen Intercellularen durchzogen ist, wie namentlich der Flächenschnitt lehrt (Fig. 29). Es erscheint im auffallenden Lichte weifs. Unter der oberen Epidermis liegt eine Schicht Säulenparenchym.

Die zarten Gefäfsbündel verzweigen sich in den Blumenblattlappen reich. Die Endigungen stofsen im rechten Winkel auf den Blattrand, diesen ziemlich erreichend (Fig. 2). Die Bündel führen zarte Spiralgefäfse.

Die schön gelbe Farbe der Korolle wird dadurch hervorgerufen, dafs in den Epidermiszellen beider Blütenblattseiten, und zwar nur in diesen, ein schön gelb gefärbter Zellsaft (neben kleinen gelblichen Chromatophoren) sich findet, der sich in Alkohol und Wasser löst, Verhältnisse, die man auch bei der Droge noch leicht feststellen kann. Zerfasert man ein Blumenblatt aus der Droge in wenig Wasser und setzt viel Kali hinzu, so kristallisiert im gesamten Gewebe die Kaliverbindung des Antoxanthins in schönen gelben Nadeln, die oft zu Rosetten vereinigt sind (Fig. 31, *kr*) und sich leicht in Wasser lösen, aus. Wäscht man das Präparat mit Wasser aus und läfst dann Schwefelsäure zufliefsen, so färbt sich das Ganze erst violett, dann rot. Die Farbe ist ziemlich dauerhaft. Schwefelsäure allein färbt den gelben Zellsaft der Epidermis erst blau, dann violett, dann rot. Nach dem Einlegen in Kali bemerkt man auch eigentümliche Sekretzellen im Mesophyll der Blumenblätter. Dieselben, oft der Blattunterseite stark genähert, sind bald rund, bald oval, bald in der Richtung der Blattfläche gestreckt und 100—150 mik lang (Fig. 31, *scb*). Ihre Membran besteht zu äufserst aus einem sehr zarten kuticularisierten, in Schwefelsäure unlöslichen Häutchen, zu innerst aus einer in Schwefelsäure, nicht aber in Kali stark quellenden Schicht. Sie enthalten eine entweder homogene oder von zarten, in H_2SO_4 löslichen, in Kali unveränderten Fäden regellos durchzogene, durch Kali scheinbar nicht stark veränderte Masse (Schleim?), in welche zahlreiche, durch Osmiumsäure sich schwärzende, besonders nach Behandlung mit Schwefelsäure deutlich werdende, sehr kleine Tröpfchen ein-

gebettet sind. Diese Tröpfchen sind offenbar ätherisches Öl und die Zellen sind demnach als Ölbehälter aufzufassen, obwohl Öl nicht ihr Hauptinhalt ist. Der geringen Menge des Öls entspricht der sehr zarte, kaum hervortretende Geruch der trockenen Wollblumen.

Die charakteristischen Tropfen in den Epidermiszellen, die offenbar den eigenartigen Glanz der Blattoberfläche bedingen, finden sich auch hier (Fig. 11, *tro*) in den Epidermiszellen der Blattoberseite, die Kuticula ist jedoch glatt.

Die Blattunterseite ist dicht filzig behaart, dicht besetzt mit den charakteristischen Etagen-Sternhaaren (Fig. 12 u. 28), die, oft 2—3 Etagen hoch, an der Spitze einen 3—6-strahligen Stern mit langen Strahlen tragen und deren basale Etage oftmals durch getüpfelte Querwände gekammert ist (Fig. 28). Sie sind mit verbreitertem Fufse der Epidermis eingefügt, tragen aufser an der Spitze auch an der Grenze der Etagen je einen, oft bis 5-zähligen, meist 3-zähligen Strahlenkranz. Die dickwandigen, oft ungleich langen, bisweilen gekrümmten Haarstrahlen besitzen eine kegelförmige Spitze und an der Basis eine Breite von 12—24 mik. Die Länge der Strahlen variiert zwischen 60 und 450 mik, meist beträgt sie 120—300 mik. Bisweilen sind sie durch zarte Querwände septiert. Daneben finden sich vereinzelt Köpfchenhaare. Die Epidermiszellen der Blattoberseite sind sehr schwach wellig verbogen (Fig. 11), die der Unterseite gerade (Fig. 12).

Die Staubfäden sind der Korolle etwas oberhalb der Röhre eingefügt (Fig. 1) und alternieren mit den Lappen. Sie setzen die Zygomorphie der Blüte in verstärkter Weise fort, indem die oberen drei ganz anders ausgebildet sind als die unteren zwei, welche letzteren länger und unbehaart sind. Die oberen drei sind etwa 6 mm lang und von der Mitte an bis zur Spitze des Filamentes mit langen Haaren besetzt (Fig. 16, 20 u. 24, *t* u. Fig. 1—3, *stam*$_{h}$). Die Behaarung ist so stark, dafs man bei Betrachtung der frischen Blüte von oben den ganzen Schlund von dem Haarfilz erfüllt sieht (Fig. 3). Bei der Droge erscheinen die 3 Stamina matt graufilzig. Die Anthere ist der Spitze des Filamentes quer aufgesetzt (Fig. 24). Dieselbe springt denn auch in der Weise auf, dafs sich die Klappen nach unten schlagen. Fig. 16 veranschaulicht das Aufspringen. Die Haare sind sehr eigentümlich gebaut. Sie sind sehr lang, trotz ihrer Länge einzellig, rund, eingetrocknet (bei der Droge) oft bandartig und gedreht, wie Baumwollenhaare. Das Ende ist keulenförmig (Fig. 20, *t* u. 21). Sie sind mit kegelförmigem, schmalem Fufse der Epidermis der Filamente eingesetzt und besitzen eine mit gestreckten Kuticularwärzchen ziemlich regelmäfsig besetzte Membran (Fig. 20 u. 21). Sie führen im frischen Zustande eine gelbe Lösung, die viel Zucker enthält, wovon man sich leicht durch folgende Reaktion überzeugen kann. Man legt 3 Minuten in gesättigte Kupfersulfatlösung, wäscht mit destilliertem Wasser und trägt in siedendes verdünntes Kali ein: die Haare färben sich tief orangerot (Cu_2O). So mögen denn auch wohl die eigentümlichen Sphärokristalle, die man bei Alkoholmaterial und bisweilen auch bei trockenem und Einlegen in Glycerin in den Filamentar-Haaren findet (Angew. Anatomie Fig. 122), Zucker sein. In der Epidermis der Filamente liegen eigentümliche wulstige rote Chromatophoren (Fig. 20, *chro*) neben kleinen gelblichen Leukoplasten. Die gleichen Zellen enthalten einen gelblichen Zellsaft. Durch Schwefelsäure werden die Chromatophoren gelb, der Zellsaft bläulich.

Die beiden unteren Stamina sind ganz anders gebaut (Fig. 1, 2, 3, *stam*). Sie sind bis 10 mm lang, unbehaart (oder doch nur einige wenige Härchen führend) und tragen die 3—4 mm lange Anthere an der inneren Seite der Spitze. Dieselbe ist dort mit dem Filamente ein Stück weit verwachsen (Fig. 22, 23, 25). Der Querschnitt durch die Spitze dieser Stamina (Fig. 15) hat daher einige Ähnlichkeit mit dem Längsschnitte durch die Spitze der behaarten Staubfäden (Fig. 16). Das Aufspringen erfolgt in der Weise, dafs sich die Klappen nach rechts und links umlegen (Fig. 15). Die fibröse Schicht *(fib)* zeigt den typischen Bau (Taf. 2 u. 12).

Die Pollenkörner sind rundlich (Fig. 26a, 27). Sie besitzen eine Stäbchen führende Exine, die die Oberfläche fein punktiert erscheinen läfst, und 3 Austrittsstellen für den Pollenschlauch (Fig. 26). Pollenkörner mit ausgetriebenen Pollenschläuchen findet man auf der Narbe oft. Die Pollenkörner sind meist mit Tropfen einer roten, öligen Substanz (Fig. 26a) bedeckt, mit deren Hülfe sie sich auf der Narbe festkleben.

Das Filament führt ein centrales Bündelchen (Fig. 13, *gfb*). Die Epidermis zeigt zierliche, geradlinige Kuticularfalten (Fig. 14).

Die wandspaltig aufspringende, in der Droge fehlende Kapselfrucht ist bis 1 cm lang und 8 mm breit. Die Samen sind cylindrisch, unten abgerundet, von 10 Reihen kleiner Vertiefungen durchzogen. Der Embryo ist gerade, Radicula und Kotyledonen gleich lang, beide in Endosperm eingebettet.

Tafel 22.

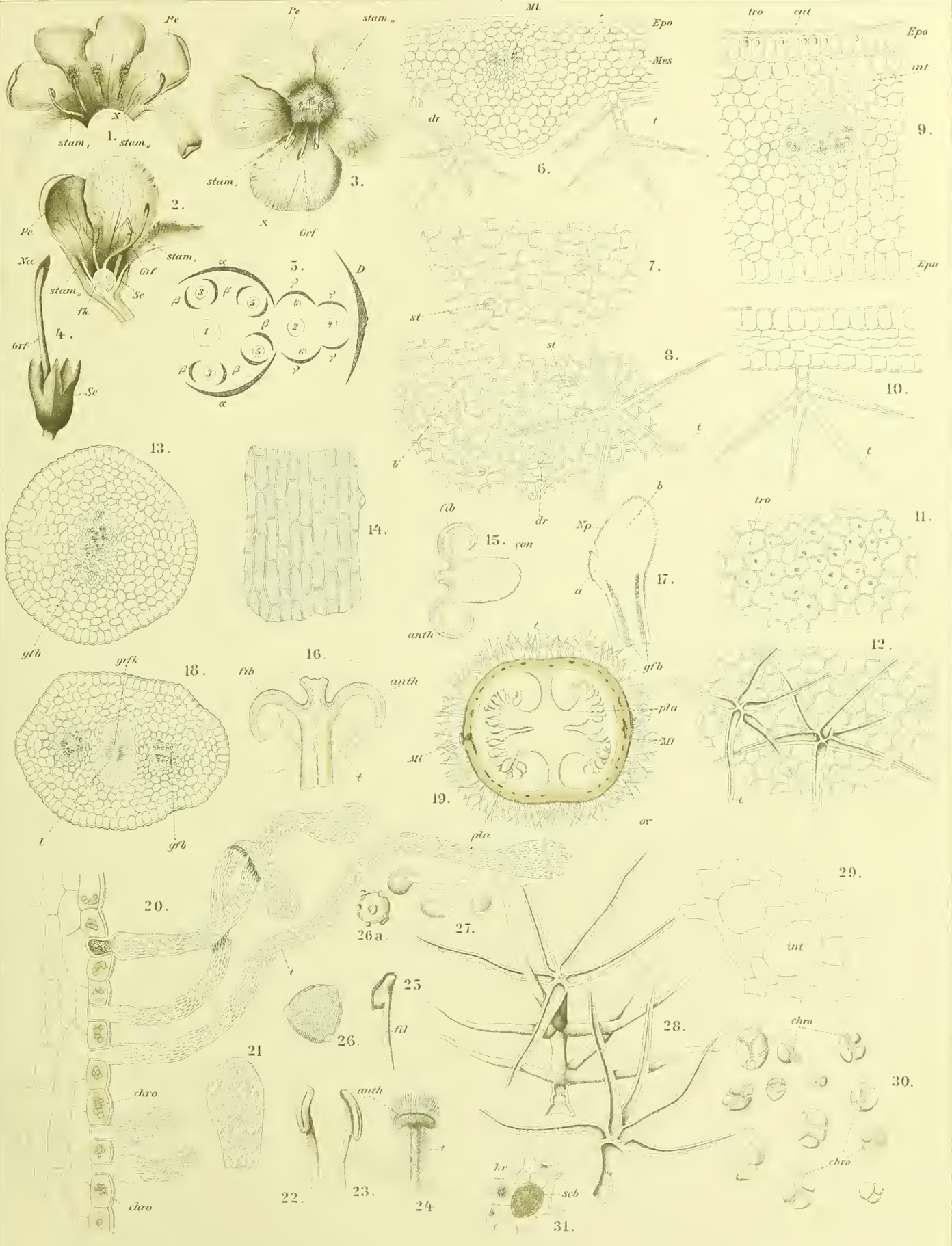
Erklärung der Abbildungen.

(Verbascum thapsiforme Sehr.)

Fig. 1. Blumenkrone aus dem Kelch herausgelöst und aufgeschnitten. *stam*, die unbehaarten, *stam*„ die behaarten Stamina.
„ 2. Blüte im medianen Längssehnitte.
„ 3. Blüte von oben.
„ 4. Kelch und Griffel, naeh Herauslösung der Korolle.
„ 5. Diagramm einer Partialinfloreszenz in der Achsel des Deckblattes *D*. Die Kreise sind die Blüten, die Nummern 1—6 bezeiehnen die Aufblühfolge.
„ 6. Querschnitt dureh den oberen Teil eines Kelchblattes.
„ 7. Epidermis der Oberseite eines Kelehblattes. Flächenansieht.
„ 8. Epidermis der Unterseite eines Kelehblattes. Flächenansicht.
„ 9. Querschnitt dureh die Kronenröhre an der Basis der Korolle.
„ 10. Querschnitt dureh einen Kronenlappen am oberen Teile der Korolle.
„ 11. Epidermis der Oberseite der Korolle. Flächenansicht.
„ 12. Epidermis der Unterseite der Korolle. Fläehenansicht.
„ 13. Filament. Quersehnitt.
„ 14. Filament. Flächenansieht der Epidermis.
„ 15. Anthere der unbehaarten Stamina. Quersehnitt, schematisch.
Fig. 16. Anthere der behaarten Stamina. Längsschnitt, sehematisch.
„ 17. Narbe. Sehematiseher Längssehnitt.
„ 18. Griffel. Querschnitt.
„ 19. Fruchtknoten. Quersehnitt.
„ 20. Radialer Längsschnitt durch den Rand eines behaarten Filamentes.
„ 21. Spitzo eines Staubfadenhaares (Fig. 20, *t*). Stärker vergrölsert.
„ 22, 23, 25. Die unbehaarten unteren Stamina von vorn, von der Seite und von hinten.
„ 24. Ein behaartes Staubgefäfs.
„ 26. Pollenkorn.
„ 26a. Ein Pollenkorn mit den anhängenden Öltröpfchen.
„ 27. Pollenkörner mit ausgetriebenem Pollensehlauch.
„ 28. Sternhaare von der Korolle und dem Kelche.
„ 29. Mesophyll der Korolle. Flächenansicht.
„ 30. Stärkekörner mit Leukoplasten aus der Kronenröhre.
„ 31. Seeretzelle und Anthoxantin-Kali-Kristalle aus dem Gewebe der Korolle.

Verbascum.

Taf. 22.



Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig

Crocus.

Safran, Saffron.

Der Safran des Handels besteht aus den Narbenschenkeln von Crocus sativus L. Für gewöhnlich sind dieselben in der Handelsware mittlerer Güte nicht isoliert, sondern hängen noch mittelst eines kurzen Griffelrestes an ihrer Basis zusammen. Denn es ist gemeinhin üblich, die Narbe mit dem Fingernagel etwa bei $x \ldots x$ (Fig. 1) vom Griffel abzulösen. Der Griffel ist sehr lang, oft 10 cm und mehr, farblos oder doch nur am oberen Ende gelblich. Er durchzieht die lange Perigonröhre der durchweg dreizähligen Blüte: P. 3 + 3. A 3 G $\overline{(3)}$. Die Narbenschenkel hängen aus der Blüte heraus, je 2 Perigonzipfel zwischen sich nehmend.

Die Länge der 3 Narbenschenkel beträgt 30—35 mm im feuchten und 20 mm im trockenen Zustande. Sie sind von unten bis oben rinnenförmig zusammengelegt und bilden an der Spitze einen weiten Trichter (Fig. 1 u. 2).

An der Spitze sind sie am breitesten, ca. 4 mm, und dort gekerbt (Fig. 2) und durch die Narbenpapillen bewimpert. Legt man die Narben so lange zuerst in Wasser, dann in Alkohol, bis der Farbstoff vollständig gelöst und die Droge völlig entfärbt ist, so kann man sie, wieder in Wasser gebracht, leicht mit der Nadel auseinanderbreiten, die Rinne von unten her öffnend. Der auseinandergebreitete Narbenschenkel zeigt alsdann Spatelform (Fig. 6). Die Art, wie er sich zusammenfaltet, kann man am besten an succedanen Querschnitten durch aufgeweichtes, entfärbtes und alsdann mit Alkohol gehärtetes Material konstatieren. Man erhält alsdann, wenn man von oben beginnt, zunächst Querschnitte durch die einzelnen terminalen Zipfel des gelappten oberen Randes (Fig. 2, $v \ldots v$), die durch die Narbenpapillen ringsum bewimpert sind (Fig. 5 a). Die etwas tiefer (Fig. 2, $x \ldots x$) geführten Schnitte zeigen die starke Verbreiterung der oberen Partie und die Umbiegung des Randes deutlich (Fig. 3), die noch tiefer (bei $y \ldots y$, Fig. 2) geführten Schnitte lassen erkennen, dafs sich der Narbenschenkel nach unten verschmälert und dort eine breite Rinne bildet (Fig. 4), und die gegen die Basis hin hergestellten Querschnitte endlich zeigen, dafs er dort dicker und schmäler ist und durch Umbiegung der Ränder eine enge Rinne erzeugt (Fig. 5). Die Öffnung der Rinne ist in der That so eng, dafs sie bei Betrachtung des Narbenschenkels von aufsen ohne Lupe kaum erkennbar oder doch nur als feine Linie sichtbar ist (Fig. 2, unten).

Das Gewebe der Narbenschenkel ist sehr einfach gebaut. Die Epidermis der Aufsenseite besteht aus verhältnismäfsig hohen Zellen (Fig. 9, *Epu*), die ziemlich in die Länge gestreckt (Fig. 10, *Epu*) und an einer nicht immer in der Mitte liegenden Stelle papillös ausgestülpt sind (Fig. 10, *Pap*). Obwohl jede Zelle, besonders in der oberen Narbenpartie, eine derartige Ausstülpung besitzt, sieht man daher auf dem Querschnitte nur in einzelnen Epidermiszellen diese Papillen (Fig. 9, *Pap*). Die innere Epidermis der Narbenschenkel, die in der Rinne liegt, ist kleinzelliger (Fig. 9, *Epo*), die Zellen sind kürzer und weniger in die Länge gestreckt (Fig. 10, *Epo*). Die subkuticulare Membranpartie ist als Schleimmembran entwickelt. Läfst man daher Wasser oder Chloral zum Präparate fliefsen, so löst sich die Kuticula in continuo ab (Fig. 11 a). Die Zellen beider Epidermen sind stark in die Länge gestreckt. Das Parenchym erscheint sehr verschieden dick, je nach dem Orte, wo man die Narbe durchschneidet. Im unteren Teile ist es am dicksten, weiter oben wird es etwas dünner, ca. 12—15 Zellreihen stark, und gegen den Zipfel ist es am dünnsten und nur etwa 8—10 Zellreihen dick. Es besteht aus im Querschnitt runden, in der Längsansicht ziemlich stark in die Länge gestreckten dünnwandigen Zellen (*Par*, Fig. 9 u. 10), deren Intercellularsubstanz, besonders in der oberen Narbenpartie, verschleimt ist (Fig. 8 b u. 11 a). In dieser Schleimschicht wandern die Pollenschläuche (siehe weiter unten). Durchzogen wird dies Parenchym von einem Gabelnetz sehr zarter Gefäfsbündelchen, die ausschliefslich sehr zarte, 3,5—15 mik breite Spiralgefäfse führen (Fig. 9 u. 10, *gfb*). In die Basis jedes Narbenschenkels tritt eines der drei Bündel des Griffels (Fig. 12) ein (Fig. 6). Man findet daher auf einem basalen Querschnitte nur ein Bündel (Fig. 5). Weiter nach oben gabelt sich dies eine Bündel in zahlreiche Äste, so dafs man auf Querschnitten um so mehr Bündel findet, je weiter

oben der Schnitt geführt wurde (Fig. 4 u. 3). An der Spitze der Narbe sind etwa 20 Gefäfsbündel-Endigungen zu finden, die blind gegen die Papillenschicht hin endigen.

An den Spitzenlappen der Narbe liegen die kurzen, 60 bis 150 mik langen, übrigens in ihrer Länge stark variierenden, 20—40 mik breiten, keulenförmigen Narbenpapillen (*Np* in Fig. 5a, 6, 7), in 1—3 Reihen hintereinander, die, da sie wenig oder gar nicht gefärbt sind, bei der Droge als ein heller Saum erscheinen. Extrahiert man die Droge zuerst mit Wasser und dann mit Alkohol und lässt man die extrahierten Narben dann längere Zeit in Alkohol liegen, so beobachtet man an den zuerst in Alkohol, dann in Wasser und endlich in Chloral betrachteten Papillen folgendes: Zu äufserst sind dieselben von einer unregelmäfsigen Schleimhülle überzogen (Fig. 8a, *d*), die sich in Wasser leicht löst und nur bei längerem Härten in Alkohol, auch in Wasser einige Zeit sichtbar bleibt. Diese Schleimhülle bewirkt die grofse Klebrigkeit der Narbenpapillen. Dann folgt die Kuticula, die eine zarte Faltung in Gestalt feiner, unregelmäfsiger Strichelchen und Körnchen zeigt (Fig. 8 u. 8a, *c*). Die auf die Kuticula folgende Membranschicht ist verschleimt (Fig. 8a, *b*), stark quellbar und wohl zum Teil auch löslich in Wasser. Es wird daher beim Zufliefsenlassen von Chloral die Kuticula an verschiedenen Stellen blasig aufgetrieben (Fig. 8a). In dieser subkuticularen Schicht scheint auch der Schleim zu entstehen, der die Papillen aufsen überzieht, der demnach also auch ein Subkuticularsekret wäre (vergl. S. 60 u. 81). Er scheint die Kuticula zu durchdringen. Die innerste Membranschicht ist ebenfalls quellbar, aber in viel geringerer Weise als die eben erwähnte Schleimschicht. Erwärmt man in Chloral, so wird sie oft wellig eingefaltet und liegt alsdann als ein verbogener, hin und her gekrümmter Schlauch im Innern der Papille. Auch schon beim einfachen Einlegen in Chloral beobachtet man an ihr diese Faltungen (Fig. 8a).

An den Papillen findet man ganz regelmäfsig auch bei der Droge intakte oder ausgetriebene Pollenkörner (Fig. 7). Diese Pollenkörner (Fig. 7 u. 11) sind rund und besitzen einen Durchmesser von 35—50 mik. Ihre Exine ist sehr dick, spröde und deutlich in zwei Schichten gegliedert, eine innere helle Partie und eine äufsere schmale Stäbchenschicht. Die letztere bewirkt die feine Punktierung der Oberfläche der Körner. Die bekannten runden Austrittsstellen für den Pollenschlauch sind nicht zu erkennen. Derselbe tritt durch einen Längsspalt hervor, der bisweilen sichtbar ist (Fig. 7, *Pol*). Das Eindringen der Pollenschläuche erfolgt folgendermafsen (die Beobachtungen wurden an der Droge gemacht, da frisches Material nicht zu erhalten war). Das Pollenkorn keimt in der Schleimschicht, die die Narbenpapillen bedeckt, und sendet seinen Pollenschlauch (Fig. 11) gegen die Kuticula. Diese durchbohrend dringt er in die Schleimschicht *b* der Papillenwand ein und wandert nun unter der Kuticula nach unten. Hierbei scheint es — der ganze Vorgang läfst sich an dem Drogenmaterial nicht ganz sicher verfolgen und mufs an frischem Material kontrolliert werden —, dafs er ausschliefslich die Innenseite der Narbentute benutzt und auf ziemlich weite Strecken unter der Kuticula des Narbengewebes unterhalb der Papillen nach unten wandert. Wenigstens sieht man auf Querschnitten durch die stark gequollene, als Schleimmembran entwickelte (Fig. 4 u. 11a, *schl*), subkuticulare Partie der äufseren Membran der Innenseite der Narbe rundliche plasmaführende Gebilde (Fig. 11a, *x*), die offenbar Querschnitte durch die Pollenschläuche darstellen. Wie der weitere Verlauf vor sich geht, ist an der Droge nicht sicher festzustellen. Namentlich ist es mir nicht möglich gewesen festzustellen, ob die Pollenschläuche ausschliefslich in der subkuticularen Membranpartie herabwandern oder auch in das innere Gewebe der Narbe eindringen, was wohl möglich wäre, da die Zwischenwand der Zellen des Narbengewebes, ganz besonders in den äufseren Partien des Gewebes, verschleimt ist (Fig. 11a). Aber auch sonst ist die Zwischenwand der Parenchymzellen oft so stark verschleimt (Fig. 8b, *x*), dass sich die Zellzüge der mittleren Partien der Narbe beim längeren Digerieren der Droge mit Wasser in continuo, in Gestalt langer hyphenartiger Fäden herauslösen lassen.

Der Inhalt der Zellen erscheint — mit Ausnahme der Papillen und Gefäfsbündel, die mehr oder weniger ungefärbt sind —, wenn man den Schnitt in Öl betrachtet, anfangs homogen gelb tingiert, doch sieht man bei genauerer Beobachtung, dafs in die gelbe Grundmasse zahlreiche grofse gelbe Chromatophoren eingebettet sind (*chro* in Fig. 9a). Diese Chromatophoren, die man sich ganz besonders schön an entfärbtem und mit Alkohol gehärtetem Material sichtbar machen kann, und die eine schwammige Struktur (wie die Chlorophyllkörner) zeigen, sind sehr empfindlich gegen Wasser, so dafs man sie niemals an Schnitten sieht, die in Wasser liegen. Doch werden sie durch abs. Alkohol so stark gehärtet, dafs man sie bei Alkoholmaterial auch in Präparaten sieht, die in Wasser liegen und sogar Chloral zufügen kann, ohne dafs sie sofort verschwinden. Nach einiger Zeit freilich werden sie durch Chloral gelöst. Diese Chromatophoren sind sowohl in der Epidermis wie dem Parenchym zu finden, die eigentliche gelbe Farbe scheint jedoch bei der Droge von im Zellsaft gelöstem Farbstoffe herzurühren, wenigstens werden ausnahmslos sowohl in den Epidermen wie im Parenchym die Chromatophoren von gelbem Zellsaft begleitet, der beim Absterben der Zelle in das Plasma und die Membran eindringt, diese tingierend.

Wasser löst den Farbstoff, das Polychroit (Crocin $C_{44}H_{70}O_{28}$), leicht auf; auch in Alkohol ist derselbe löslich. Behandelt man die Narbenlängsschnitte unter dem Mikroskop mit Wasser, so löst sich der Farbstoff mit tief orangegelber Farbe auf und läfst in den Zellen eine fast farblose, vakuolige (nicht körnige) Masse zurück — wohl die Häute der Chromatophoren. Durch Zusatz von konzentrierter Schwefelsäure oder Erwärmen treten Öltröpfchen, oft in reichlicher Menge, in den Zellen auf. Es scheint dies auf der hierbei eintretenden Spaltung des Crocins in ätherisches Öl, Zucker und Crocetin zu beruhen. Da und dort findet man in den Zellen auch kleine, mit Jod rotbraun werdende Körnchen und (jedoch nicht regelmäfsig und jedenfalls selten) schlecht ausgebildete Kalk-

oxalat-Kristalle. Ein zarter Plasmaschlauch liegt der Wand rings an (Fig. 9 a, *pl*). Zucker ist leicht mit Kupferlösung nachzuweisen. Derselbe ist wahrscheinlich ein Spaltungsprodukt des Crocins.

Bezüglich der Reaktionen des Farbstoffes ist die Tabelle (weiter unten) zu vergleichen.

Der Griffel, von dem in der Regel auch in mittelguter Ware noch ein kurzes Stück den Narben anhängt (Fig. 1) und der auch gesondert unter dem Namen „Feminell“ in den Handel gebracht wird, ist im Querschnitt undeutlich dreilappig und lichtgelb gefärbt. Er führt drei Bündel (Fig. 12), von denen je eines in eine der Narben eintritt. Die Epidermis besteht auch bei ihm aus sehr langgestreckten Zellen (Fig. 13). Die dreispaltige Centralhöhle, den Griffelkanal (Fig. 12, *grfk*), umgiebt das aus gestreckten Zellen bestehende leitende Gewebe (*l*, Fig. 12). Dasselbe liegt gerade unter der inneren Epidermis der Narbenschenkel. Wenn die Pollenschläuche also unter der Kuticula der inneren Narbenepidermis herabwandern, stofsen sie gerade auf dies leitende Gewebe.

Das Pulver.

Obgleich der Crocus durch charakteristische Elemente nicht eigentlich ausgezeichnet ist, so ist sein Pulver doch leicht zu diagnostizieren und sind namentlich Fälschungen leicht aufzufinden. Reines Crocuspulver besteht ausschliefslich aus kleinen gelben Gewebsresten, die von schmalen gestreckten Zellen gebildet werden, da und dort schmale Gefäfsbündelchen einschliefsen und ihren gelben Farbstoff aufs leichteste an Wasser abgeben. Pollenkörner (Fig. 11) von 38—51 mik Durchmesser mit dicker, sehr spröder, daher oft zersprengter Membran finden sich allenthalben zwischen diese Gewebsfragmente eingestreut, ebenso Epidermisfetzen mit papillös vorgestülpten Stellen, Narbenpapillen sind selten. Um die Gewebselemente deutlich zu erhalten, beobachtet man das mit Wasser entfärbte Material in Chloral. Wichtig sind die Farbenreaktionen (siehe die Tabelle). Stärke fehlt dem Safran stets. Jod färbt extrahierte Narben braun

In nachstehender Tabelle sind einige Reaktionen des Safranpulvers, wie die einiger Verfälschungsmittel desselben aufgeführt. Die Reaktionen sind im Tropfen auf dem Objektträger auf weifser Papierunterlage ausgeführt. Einige Körnchen wurden in den Tropfen eingetragen und mit einem Glasstabe umgerührt.

	Konzentrierte Schwefelsäure	Verdünnte Schwefelsäure (1 gtt. H_2SO_4, 2 gtts. H_2O)	Konzentrierte Salzsäure	Kalilauge	Ammoniak	Wasser
Crocus	Jedes Partikel sofort tiefblau, ebenso auch die H_2SO_4, nach 30 Sek. grauviolett, dann rasch rotbraun, endlich mifsfarbig-rotbraun, zum Schluss schmutzig-braungrün.	orangegelb, dauerhaft. Säure stark gefärbt.	tief orangegelb, die Säure stark gefärbt, dauerhaft.	Alkali gelb gefärbt. Partikel braun.	Partikel und Alkali orangegelb.	tief orangegelbe Lösung.
Carthamus tinct. (Saflor) ungewaschen	rot, verschwindet sofort und macht einer lebhaften Orangefarbe Platz, die in ein dauerhaftes Orangebraun übergeht. Erst nach längerer Zeit entsteht ein brauner Niederschlag.	Der rote Farbstoff sofort gelb. Die Säure wird sofort gelb gefärbt.	Der rote Farbstoff sofort gelb. Die Säure wird rasch lebhaft gelb gefärbt.	Farbstoff sofort ins Gelbbräunliche umgewandelt. Alkali gelb.	Farbstoff sofort gelb, Alkali gelb.	gelbe Lösung.
Flor. Calendulae	gelb, verschwindet sofort, jedes Partikel schmutzig-braunschwarz. H_2SO_4 anfangs ungefärbt, dann braungrünlich, dann lebhaft carmin-rotbraun. Nach einiger Zeit rotbrauner Niederschlag, Säure farblos.	Farbe unverändert, Säure dito. Allmählich färbt sich die Säure lichtgelb.	Farbe zunächst unverändert. Die Säure ungefärbt, dann werden die Partikel bräunlich, die Säure lichtgelblich.	Farbstoff kaum verändert. (Alkali mit der Zeit schwach gelblich.)	Farbstoff kaum verändert.	unverändert.
Rhiz. Curcumae	tief orangegelb, dann vom Rande her orangerot werdend. Endlich rotbrauner Niederschlag. Säure farblos.	Partiell (vornehmlich in den Sekretzellen) karminrot, sonst gelbbräunlich. Säure ungefärbt.	gelbbräunlich. Säure farblos.	tieforange, Farbe wird mit der Zeit tiefer, dauerhaft. Alkali gefärbt.	tief rotorange, weniger dauerhaft als mit Kali.	unverändert. H_2O farblos.
Lign. Santali	braun-orange, dann rotbraun, endlich nach längerer Zeit stumpf-karminroter Niederschlag.	Säure und Farbstoff unverändert. Säure farblos.	Säure und Farbstoff fast unverändert. Letzterer etwas ins Stumpf-karminrote übergeführt.	Farbstoff ins Stumpf-karminrote verändert, Alkali farblos.	Farbstoff ins Stumpfkarminrote verändert. Alkali farblos.	unverändert. H_2O farblos.
Lign. Campech.	lebhaft kirsehrot, langsam in Orange übergehend. Schlufsfarbe tief orangebraun. Nach 24 Stunden brauner Niedersehlag.	lebhaft kirschrot, am Rande violett, dauerhaft. Säure stark gefärbt. Farbe länger als 24 Stunden persistent.	lebhaft kirsehrot, dauerhaft.	tief blau, Alkali stark gefärbt, verblafst vom Rande her, schliefslich grau.	sofort violett, dann rot, verblafst sehr rasch.	blafsrötliche Lösung.

	Konzentrierte Schwefelsäure	Verdünnte Schwefelsäure (1 gtt. H_2SO_4, 2 gtts. H_2O)	Konzentrierte Salzsäure	Kalilauge	Ammoniak	Wasser
Lign. Fernambuc.	lebhaft kirschrot, sehr rasch in orange und braunorange übergehend. Schlufsfarbe wie bei Campeche, doch mehr kaffeebraun. Nach 24 Stunden brauner Niederschlag.	lebhaft kirschrot, doch weniger lebhaft als bei Campeche, dauerhaft. Säure stark gefärbt. Farbe länger als 24 Stunden persistent.	holl kirschrot, dauerhaft.	rötlich, mit einem Stich ins Violette, Alkali stark gefärbt, verblafst sehr langsam vom Rande her.	kirschrot, verblafst langsam vom Rande her.	unverändert.
Flor. Granati	rote Farbe, sofort in gelbbraun übergehend. Säure färbt sich orangegelb. Nach einiger Zeit am Rande rötlich. Schlufsfarbe rötlich.	unverändert.	unverändert.	sofort gelbbraun, mit einem Stich ins Rötliche. Kali stark gefärbt. Schlussfarbe gelb.	Farbe sofort in braun übergehend. Dann färbt sich das Ammoniak rötlich. Die Farbe geht alsdann in ein stumpfes Gelbbraun über. Schlufsfarbe graugelb.	unverändert, oder Wasser schwach rötlich gefärbt.
Flor. Paeoniae	färbt sich sofort rotbraun, Säure lebhaft rotbraun.	—	Farbstoff unverändert.	Farbstoff wird gelbbräunlich.	Farbstoff gelbbräunlich, die trockenen Partikel werden durch NH_3 tief blau.	lebhaft kirschrote Lösung. Sehr dauerhaft.
Feminell (Calendula) gefärbt, Handelsmuster	gelbbraun.	—	Säure gelbrot gefärbt.	Alkali rötlich.	Alkali rötlich.	unverändert.
Saffransurrogat, gelb	unter lebhafter Gasentwicklung erst bräunlich, dann gelblich, schliefslich schmutzig-gelb.	langsam zersetzt Die Säure bleibt farblos.	Farbstoff unter Bräunung zersetzt. Die Säure bleibt farblos.	Farbstoff kaum verändert.	Alkali sofort gelb gefärbt.	zersetzt, grau.
Saffransurrogat, rot	unter lebhafter Gasentwicklung erst bräunlich, dann gelb, schliefslich schmutzig-gelb.				Alkali sofort orange.	zersetzt, stumpfbräunlich.
Pikrinsäure	Keine Farbenänderung, Säure farblos.	Keine Farbenänderung.	Keine Farbenänderung.	tiefgelbe Lösung.	Alkali sofort tiefgelb.	kaum gefärbte Lösung.

Flor. Calendulae.

Ringelblume. Fleurs de Souci. Marygold flowers.

Die Blütenkörbe von Calendula officinalis L. besitzen einen halbkugeligen Hüllkelch (Involucrum), der aus 15—25 lineal-lanzettlichen, zugespitzten und behaarten Blättchen besteht. Der Blütenboden ist nackt. Die Blüten und zwar sowohl die Scheibenblüten wie die Randblüten, besitzen eine lebhaft orangegelbe Farbe, die bald mehr ins Rotgelbe, bald mehr ins Schwefelgelbe spielt. Die Scheibenblüten sind aktinomorph-hermaphrodit, die Fruchtknoten aber unfruchtbar (nur der Pollen ist fruchtbar, es sind also eigentlich männliche Blüten), mit dünnem Fruchtknoten und fünfzähliger Korolle (ähnlich den Scheibenblüten der Kamille [Taf. 2, Fig. 3]. Die Randblüten sind weiblich. Die zygomorphe Korolle ist zungenförmig, viernervig, dreizähnig. Fruchtknoten fruchtbar mit einem anatropen Ovulum.

Die Pflanze neigt zur Bildung gefüllter Blüten, resp. gefüllter Körbchen, d. h. es gehen oftmals die Scheibenblüten auch in zungenförmige Randblüten über.

Im Handel befinden sich unter dem Namen Flores Calendulae oder „Feminell“ nur die zungenförmigen Randblüten meist ohne Fruchtknoten. Meist sind dieselben durch künstliche Färbungsmittel mehr oder weniger nachgefärbt (gewöhnlich rot). Sie besitzen folgenden Bau.

Die zygomorphe Korolle ist unten röhrig und oben zu einer bis 5 mm breiten, ca. $1^1/_2$—2 cm langen Zunge entwickelt (*Pe*, Fig. 14), die an der Spitze drei dreieckige Zähne besitzt und von zwei mittleren und zwei Randnerven, also im ganzen von vier Nerven durchzogen wird. Die Nerven anastomosieren an der Zungenspitze untereinander durch zweischenkelige Anastomosen (*Ne*, Fig. 14). Die Zunge ist 10 bis 15 Zellschichten dick. Die beiden Epidermen (*Epo* und *Epu*, Fig. 15) sind ziemlich gleich gestaltet. Die Epidermiszellen sind an der Aufsenseite stark verdickt und besitzen eine ziemlich grobfaltige Kuticula (*cut*, Fig. 15). Sie führen bei der Droge ganz regelmäfsig einen oder mehrere farblose oder gelbliche Tropfen (Fig. 18), die man, da sie sich mit Überosmiumsäure schwärzen, als Öl ansprechen mufs. Bei der frischen Pflanze findet man in den Epidermiszellen rundliche gelbrote Chromatophoren in grofser Zahl, keinen gelben Zellsaft. Von der Fläche gesehen (Fig. 18) erscheinen die Zellen infolge der Kuticularfalten grob-längsstreifig. Auch die Flächenansicht der beiden Epidermen bietet ziemlich dasselbe Bild, doch erscheinen die Epidermiszellen der Innen- also Oberseite (Fig. 18) etwas schmäler und gestreckter als die oft tonnenartig verbreiterten der Aufsen- oder Unterseite. Die Breite der Zellen beträgt auf der Innenseite 15—25 mik, auf der Aufsenseite 20—38 mik. An den drei Zähnen der Zunge finden sich auf der Blatt-Unterseite einige Spaltöffnungen, etwa 4—6 an jedem Zahn. In das farblose Grundparenchym sind die — sehr zarte, nur ca. 8 mik breite Spiral- und Ringgefäfse führenden — Nervenbündel eingebettet (*gfb*, Fig. 15). Im röhrigen Teile ist die Korolle etwas dicker — etwa 20 Zellschichten dick — und von 7 Bündelchen (die Randbündel sind Doppelbündel) durchzogen. Auch zeigt hier die Epidermis der Aufsenseite eigentümlich grofse Haare, die für Calendula charakteristisch sind (Fig. 14, *t*). Diese meist 35—65 mik breiten Haare, die auch die ganze Aufsenseite des Fruchtknotens bedecken, sind mehrzellig. Auf einem vielzelligen Fufse (*t*, Fig. 16), sitzt ein vielzelliger, meist auch mehrreihiger Stiel und entweder ein vielzelliges Köpfchen oder eine bezw. zwei kegelförmige Endzellen (Fig. 21). In der Droge sind diese Haare oft zusammengefallen, immer aber, auch beim direkten Einlegen der trockenen Blüten in Wasser oder Chloral, aufs leichteste zu erkennen. Der Innenseite der Röhre fehlen diese Haare gänzlich.

Der Griffel besteht aus einem von zwei Bündeln durchzogenen Parenchym. Die Epidermis ist, wie auch bei der Korolle, bisweilen da und dort papillös vorgestülpt (Fig. 22). Im Centrum liegt ein spaltenförmiger Griffelkanal und das stark gequollene leitende Gewebe (*l*, Fig. 22). An der Spitze gabelt sich der Griffel in zwei bündelführende Narbenschenkel (Fig. 20), deren keulenförmige Enden (Fig. 19) auf den beiden Rändern mit sehr kleinen und kurzen Narbenpapillen besetzt sind (*Np*, Fig. 19). Diese sehr klebrigen Papillenstreifen sind in der Droge oft dicht besetzt mit Pollenkörnern, noch unveränderten (Fig. 23, links) oder solchen, bei denen die Intine sich bereits papillös vorgewölbt hat (Fig. 23, rechts), oder solchen, die ihren Pollenschlauch bereits mehr oder weniger tief ins Narbengewebe eingesenkt haben. Die Pollenkörner besitzen einen Durchmesser von 35—40 mik. Die äufsere Schicht ihrer Exine ist mit lockergestellten Stacheln besetzt. Bei der gefärbten Ware, die im Handel häufig ist, haben besonders die Pollenkörner den Farbstoff (Fuchsin?) aufgenommen und sich intensiv damit gefärbt. Der mit kurzen mehrzelligen Keulenhaaren dicht besetzte Fruchtknoten (*fk*, Fig. 14) pflegt der Droge zu fehlen, da sich die Korolle an seiner Spitze leicht ablöst. Beim Pflücken der Blüten bleibt der Fruchtknoten daher auf dem Blütenboden sitzen. Unter Hunderten von Blüten der Droge findet man ihn höchstens einmal an einer Blüte ansitzen.

Das Pulver.

Das Pulver der Calendulablüten ist leicht an den Fragmenten der Korolle, den Narben und besonders den Pollenkörnern zu erkennen. Übrigens wird Calendula — besonders gefärbte — fast ausschliefslich zur Fälschung ungepulverten Safrans verwendet.

Flor. Carthami.

Saflor, Carthame.

Die Blütenkörbe von Carthamus tinctorius L. sind ziemlich grofs, bis 2,5 cm dick, fast kugelig. Die Blätter des Hochblattinvolukrums (Hüllkelches), besonders die äufseren Spiralen, endigen in 0,5 — 3 cm lange, sparrig abstehende, den Laubblättern ähnliche, zum Teil mit Dornen bewehrte, dornigzugespitzte grüne Zipfel. Die Blüten ragen als dichtes Büschel aus dem oben ziemlich geschlossenen Hochblattinvolukrum heraus. Sie sind alle von gleichem Bau, und zwar alle hermaphrodit und aktinomorph. Die Korolle ist röhrig und teilt sich oben in einen fünfteiligen Saum, dessen einzelne Zipfel (Fig. 24, *Pe*) lineal-lanzettlich, lebhaft rot gefärbt und 7 mm lang sind und von zwei Nerven durchzogen werden. Die gerade herausragende gelbliche Antherenröhre umschliefst den Griffel ringsum. Der röhrige Teil der Korolle ist nur in seinem oberen Teile rot gefärbt, an dem unteren Teile ist er lichtgelblich oder farblos. Diese Korollenröhre ist sehr lang, oft 25 mm und darüber und nur 0,5 mm dick. Sie wird von fünf Nerven durchzogen, die sich an der Basis der fünf Zipfel in der Weise in zwei Äste gabeln, dafs ein Ast in einen und der andere Ast in den benachbarten Zipfel eintritt (Fig. 25 bei *x*). Die zwei Nerven der Zipfel (Fig. 25, *Ne*) gehören also nicht zu einem Bündel der Röhre, sondern zu zwei benachbarten. Die beiden Nerven der Zipfel laufen am Blattrande entlang und erreichen ziemlich die Spitze, anastomosieren aber dort nicht miteinander, sondern endigen blind.

Der ziemlich grofse Fruchtknoten reift zu einer grofsen, eckigen, weifsen Frucht heran, die, solange sie in dem Hüllkelche steckt, mit den Resten der Korolle bekleidet bleibt.

Dem Fruchtknoten sitzt der sehr lange, oben gelbe Griffel an, der meist eine Länge von 30 mm besitzt. Derselbe ist in seinem unteren Teile, und zwar so weit als er in der Röhre verläuft, glatt und unbehaart (Fig. 33 u. 34), im oberen Teile jedoch mit zahlreichen kurzen Haaren besetzt, die an dem Schlunde der Kronenröhre, wo der Griffel eine schwache Anschwellung zeigt, zu einem dichten Büschel sich vergröfsern (*x* in Fig. 34). Unterhalb dieser Anschwellung findet eine Streckung des Griffels statt, infolge welcher der obere behaarte Teil des Griffels durch die Antherenröhre hindurchgeschoben wird, diese ausbürstend. So kommt es, dafs schliefslich die knotige Verdickung über (oberhalb) der Antherenröhre liegt (Fig. 24). An der Spitze gabelt sich der Griffel in zwei keulige Narbenschenkel (Fig. 34). Im Centrum des Griffels verläuft das leitende Gewebe (*l* in Fig. 31 u. 33), dessen Zellen stark gequollene Wände besitzen. In diesen „Schleimmembranen“ wandern die Pollenschläuche. Zu beiden Seiten des quergestreckten leitenden Gewebes liegt je ein Gefäfsbündel (*gfb*, Fig. 31 u. 33), von denen je eines in je einen der beiden Narbenschenkel eintritt (Fig. 32). Die Gefäfsbündel führen in ihrem nach aufsen, gegen die Peripherie hin, orientierten Siebteile einen Sekretgang. Dieser Gang ist aufserordentlich lang, nicht durch Querwände gefächert und führt stets einen sehr charakteristischen braunen, spröden Inhaltskörper, in Gestalt einer hin und her gebogenen und verkrümmten, nicht selten mehr oder weniger grofse rundliche oder gestreckte Vakuolen einschliefsenden Wurst, die den Gang nahezu ganz ausfüllt und sich so deutlich von dem ganzen übrigen Gewebe abhebt, dafs man an ihr geradezu die Saflorblüten erkennt. Der braune Inhaltskörper löst sich weder in Alkohol, noch in Chloroform, noch in Kali, durch letzteres färbt er sich dunkler, Eisenchlorid schwärzt nicht. Im oberen Teile des Griffels, an den Narbenschenkeln, findet man zwar auch ein centrales leitendes Gewebe, von ihm strahlen jedoch noch aufserdem vier subepidermale Streifen leitenden Gewebes aus (*l*, Fig. 32), welche die Pollenschläuche zunächst aufnehmen und nach der centralen Tela conductrix hinführen. Die Narbenpapillen sind kegelförmig.

Das Androeceum besteht aus fünf verwachsenen Antheren, die eine oben fünfzipfelige gelbe Röhre bilden, durch welche hindurch der Griffel wächst, die Röhre ausbürstend. Die Antheren sind in der Droge stets aufgesprungen, ihre beiden Fächer haben sich geöffnet. Die Antherenwand besteht aus einer einschichtigen fibrösen Schicht (Fig. 29), die aufsen von der Epidermis bedeckt ist, ähnlich wie bei den Antheren der Kamille (Taf. 2). Die durch Kali orangegelb werdenden Pollenkörner sind 52 — 60 mik grofs und mit einer sehr dicken, warzigen Exine bedeckt (Fig. 30, *a, b, c*). Sie zeigen drei Austrittsstellen für den Pollenschlauch (Fig 30, *c*). Die Korollenzipfel sind nur wenigschichtig, am Rande dicker als in der Mitte (Fig. 28). Die Epidermis der Aufsen- (oder Unter-)seite (*Epu*) besteht aus hohen gestreckten Zellen mit deutlich welligen Seitenwandungen (Fig. 26). Die Epidermis der Unterseite (Fig. 27) weicht nicht viel davon ab, auch hier sind die Zellen gestreckt. An der Spitze und auch an den Seiten der obersten Partie zeigen die Korollenzipfel kleine kegelförmige Papillen (*z*, Fig. 25), die mit den Narbenpapillen des Saffrans nichts gemein haben, obwohl bisweilen einige unterhalb der Spitze etwas länger, 70—110 mik, spitz-kegelförmig und den Griffelhaaren ähnlich werden. An der haarführenden Partie färbt Eisenchlorid das Blatt schwarz. In jedem der beiden, vorwiegend 3,5—7 mik weite Ring- und Spiral-Tracheen führenden Nerven, die das Blatt durchziehen, und zwar in dem der Unterseite zugekehrten Siebteile derselben, das Bündel bis nahezu zur Spitze begleitend, finden sich ebenfalls ein oder zwei Sekretbehälter (*scb*, Fig. 28) ganz der gleichen Art, wie sie beim Griffel erwähnt wurden, ebenfalls mit langem, braunem, sprödem, kontinuierlich zusammenhängendem Inhaltskörper. Auch im Röhrenteile ist die Korolle wenigzellig. Die tiefrote Farbe der Korollenzipfel wird von

zwei Farbstoffen erzeugt. Der gelbe, in Wasser leicht lösliche und daher dem gewaschenen Saflor fehlende Farbstoff ist im Zellsaft gelöst, der karminrote (der Carthamin $C_{14}H_{16}O_7$) scheint, wenigstens zum Theil, an Chromatophoren gebunden zu sein. Die Sache kann nur an frischem Material entschieden werden. Der Carthamin ist in Wasser fast unlöslich, unlöslich auch in fettem Öl, löslich dagegen in Alkohol, kaustischen und kohlensauren Alkalien.

Oft findet man in der Droge auch noch die Paleae, die Spreublättchen, die zwischen den Blüten auf dem Blütenboden sitzen. Sie sind flach und lineal, hellseidenglänzend und bestehen aus zwei Schichten etwas verdickter, gestreckter, ca. 20 mik breiter Zellen, deren mehr oder weniger geneigte Querwände stets, deren Längswände häufig grob getüpfelt sind.

Das Pulver.

Das Pulver des Saflor ist leicht an den Fragmenten der Korollenzipfel, den Griffeln und der Form und Gröfse der Pollenkörner zu erkennen, besonders fallen die braunen Inhaltskörper der Sekretschläuche auf (Fig 33, *scb*), die man sowohl im Griffel wie in der Korolle auf den ersten Blick sieht. Bezüglich des Farbstoffes ist die Tabelle bei Crocus zu vergleichen.

Die Unterscheidung des Safran von den Calendula- und Carthamus-Blüten beruht hauptsächlich auf der Form und dem feineren Bau der Narben, besonders der Papillen (Fig. 7, 19 u. 34), der Form und Gröfse der Pollenkörner (Fig. 11, 23 u. 30), dem Bau der Epidermis (Fig. 10, 18, 26 u. 27), dem Inhalte derselben (Öltropfen bei Calendula!) und dem Verhalten der Farbstoffe zu Reagentien.

Speziell für Calendula sind die Korollenhaare (Fig. 21), speziell für Saflor die Sekretschläuche „Leiter".

Als weitere Fälschungen des Safran kommen in Betracht: Curcumapulver (siehe Taf. 24), Santelholz (siehe Taf. 27), Fernambukholz (siehe Taf. 27), Campecheholz, Flor. granati, Flor. Paeoniae (bezüglich dieser drei siehe die Tabelle Seite 93), Kapsafran (Blüten der Scrophularinee Lyperia crocea), die Blüten von Scolymus hispanicus, Arnica montana, Papaver Rhoeas, Pulicaria vulgaris, die Narben anderer Crocusarten, gefärbte Monokotylen- (besonders Gramineen- und Cyperaceen-)blätter, monokotyle und dikotyle Keimpflänzchen (besonders Leguminosen-Keimlinge), Stigmata Maidis, Knoblauchwürzelchen, Fucus amylaceus u. a. m. Eine künstliche Färbung dieser Objekte wie auch des extrahierten Safrans, die sehr häufig mittelst verschiedener Farbstoffe (Dinitrokresolsalze = Safransurrogat, Safranin, Fuchsin, Chrysoidin, Metanilgelb, Orange II, Martiusgelb, Brillantgelb, Chinolingelb, Naphtolgelb u. a. m.) beobachtet wird, verrät sich stets oder doch für gewöhnlich dadurch, dafs man beim Beobachten in fettem Öl äufserlich aufliegende Farbstoffpartikel wahrnimmt und die Färbung eine ungleichmäfsige ist.

Tafel 23.

Erklärung der Abbildungen.

Crocus sativus L.

Fig. 1. Narbe mit Griffelrest. $x \ldots x$ Stelle, an der bei gutem Safran die Narbenschenkel vom Griffel gelöst werden.
„ 2. Spitze der Narbe, stärker vergrößert.
„ 3. Querschnitt durch die oberste Partie der Narbe, $x \ldots x$ Fig. 2.
„ 4. Querschnitt durch eine etwas tiefer liegende Partie, $y \ldots y$ Fig. 2.
„ 5. Querschnitt durch die basale Partie eines Narbenschenkels, $z \ldots z$ Fig. 2.
„ 5a. Querschnitt durch den obersten, Papillen tragenden Teil der Narbe, $v \ldots v$ Fig. 2.
Fig. 3—5a. Lupenbilder.
„ 6. Narbenschenkel in Wasser ausgebreitet, um die Verzweigung der Nerven zu zeigen.
„ 7. Narbenpapillen an der Narbenspitze.
„ 8. Narbenpapille von aufsen.
„ 8a. Narbenpapille mit Schleimschicht (*d*) im medianen Längsschnitt, in Chloral.
„ 8b. Verschleimung der Intercellularsubstanz (*x*) der Zellen des Narbengewebes.
„ 9. Querschnitt durch das Narbengewebe.
„ 9a. Zellen mit Chromatophoren aus dem Narbengewebe.
„ 10. Succedane Flächenschnitte durch das Narbengewebe.
„ 11. Pollenkörner, das untere mit ausgetriebenem Pollenschlauch.
„ 11a. Partie aus der Innenseite der Narbenröhre (*schl* in Fig. 4), die Verschleimung der subkuticularen Membranpartie und der inneren Partien zeigend.
„ 12. Querschnitt durch den Griffel.
„ 13. Epidermis des Griffels.

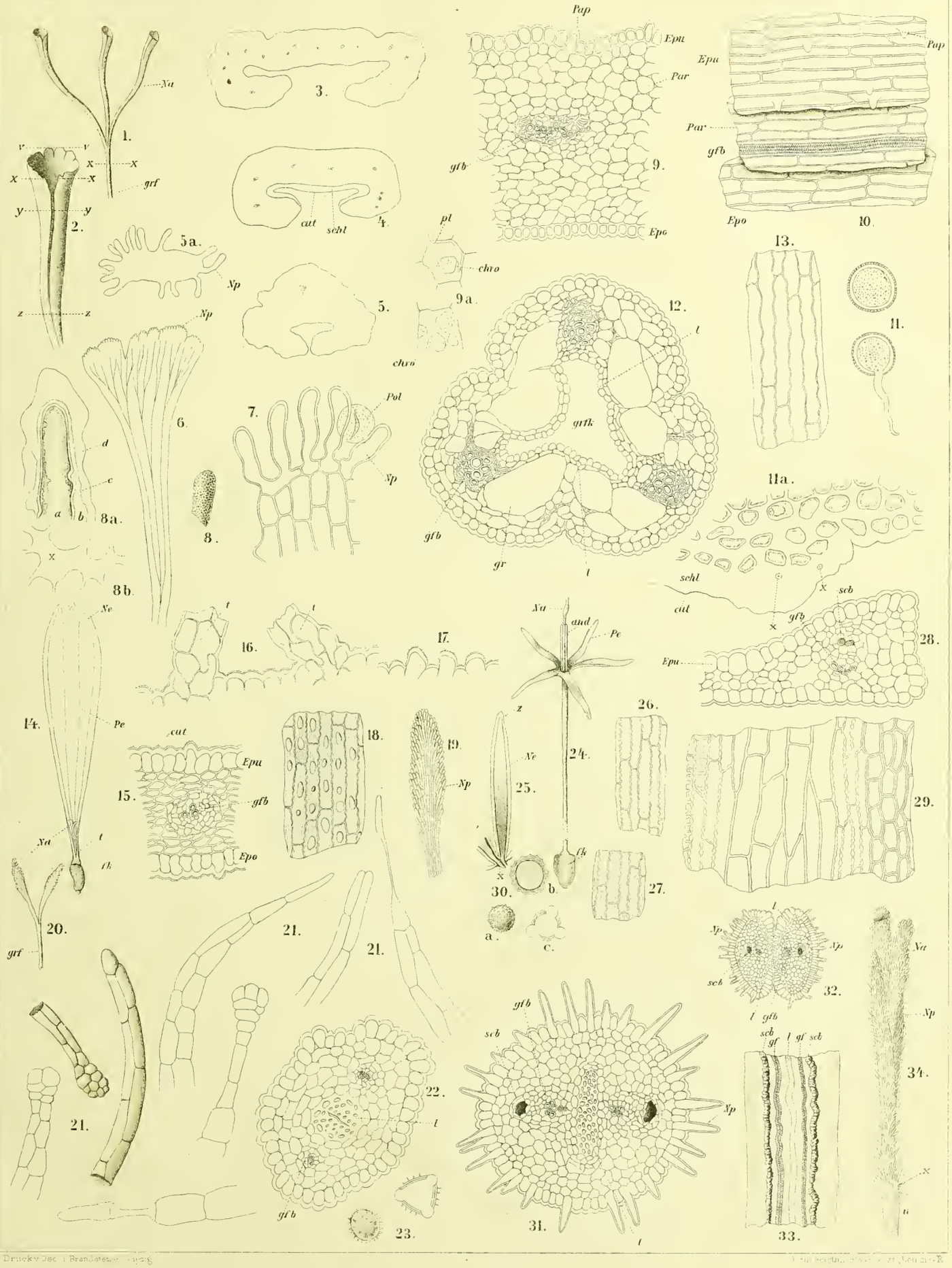
Calendula officinalis L.

Fig. 14. Randblüte des Körbchens, wie solche allein in der Droge vorkommen.
„ 15. Querschnitt durch die Zunge (*Pe* in Fig. 14).
„ 16. Haarbasen von der Aufsenseite des Röhrenteiles der Korolle.
„ 17. Epidermiszellen der Korollenzunge.
„ 18. Epidermis der Korolle, Flächenansicht der Innenseite.
„ 19. Narbenspitze.
„ 20. Der Griffel mit den zwei Narbenschenkeln.
„ 21. Haare von der Korollenröhre.
„ 22. Querschnitt durch den Griffel.
„ 23. Pollenkörner.

Carthamus tinctorius L.

Fig. 24. Blüte vom Blütenboden losgelöst, die sehr lange Korollenröhre ist nicht vollständig gezeichnet.
„ 25. Isolierter Korollenzipfel.
„ 26. Epidermis der Aufsen- (Unter-) seite } der Korollenzipfel.
„ 27. Epidermis der Innen- (Ober-) seite }
„ 28. Querschnitt durch die Randschicht eines Korollenzipfels.
„ 29. Flächenansicht der fibrösen Schicht der Antherenwand.
„ 30. Pollenkörner: *a* von aufsen, *b* im Durchschnitt, *c* mit den Austrittsstellen für den Pollenschlauch.
„ 31. Querschnitt durch den Griffel.
„ 32. Querschnitt durch die Narben an der Basis.
„ 33. Griffel, unbehaarter Teil, Längsansicht. Lupenbild.
„ 34. Griffel mit Narbe.

Crocus. Calendula. Saflor.



Druck v. Jac. i. Brandstetter in Leipzig

Rhiz. curcumae.

Gilbwurz, Rhizome de Curcuma, Turmeric.

Das Rhizom von Curcuma longa L. zeigt einige sehr charakteristische Eigentümlichkeiten. Gräbt man ein Exemplar der Pflanze aus, nachdem dieselbe die Laubblätter entwickelt hat, so beobachtet man folgendes (Fig. 1). Das terminale Blattbündel (*bl*) sitzt einem breiten Knollen auf ($I_,$, Fig. 1), der deutlich durch horizontal umlaufende kurze Niederblattmanschetten in einzelne Zonen geteilt erscheint und dem zahlreiche lange Wurzeln ansitzen. Aus diesem birnförmig-runden Hauptknollen (Centralknollen, Hauptachse) entspringen aufserordentlich zahlreiche, meist schief nach unten gerichtete Rhizomäste. Von denselben — es sind oft 10 und mehr — sind in der Zeichnung nur 3 wiedergegeben ($II_,$, Fig. 1), die anderen, der Deutlichkeit wegen, abgeschnitten. Sie sind im Querschnitt fast rund und messen etwa 20 mm im Durchmesser. An ihrer Unterseite und meist nur oder doch vorwiegend dort tragen sie fast vertikal nach unten gerichtete ($III_,$, Fig. 1) oder doch nur schwach gebogene Seitensprosse oder deren Knospen, die für gewöhnlich auf der Mediane der Unterseite in einer geraden Linie angeordnet sind ($III_,$, Fig. 1) und meist in der Achsel jedes zweiten Niederblattes entspringen. Die Niederblätter (*Nbl*, Fig. 1) umgeben auch hier wie beim Hauptknollen als scheidenförmige Manschetten das Rhizom. Sie sind meist kurz, werden aber verhältnismäfsig lang gegen die Spitze der Rhizomäste oder deren Verzweigungen, wo sie die Gipfelknospe meist zu zweien kappenartig umhüllen. Bei den Verzweigungen besteht diese Gipfelknospe meist nur aus einem stumpfen Kegel, der sich nicht weiter differenziert, bei dem Hauptaste jedoch ist eine deutliche Knospe entwickelt, die nicht selten sogar austreibt. In diesem Falle krümmt sich der Rhizomstock an der Spitze nach oben (Fig. 1, rechts) und die Knospe entwickelt sich (*kn*, Fig. 1, rechts) in Gestalt eines spitzen Kegels. Während der die Vegetationsorgane tragende centrale und Hauptknollen ($I_,$) reichlich mit Wurzeln besetzt ist (Fig. 1), tragen die Nebenwurzelstöcke ($II_,$) und deren Verzweigungen ($III_,$) gar keine oder doch nur sehr wenige Wurzeln (*wu*). In dem eben charakterisierten Entwicklungsstadium sorgt die Pflanze bereits für die Zukunft vor. Da nämlich mit dem Absterben der Vegetationsorgane an der Spitze des Hauptknollen oder Hauptwurzelstockes beim Abschlusse der Vegetationsperiode auch der Hauptknollen selbst abstirbt, so entwickelt sie einen zweiten Knollen an einem Seitenaste (*x*, Fig. 1), der wie die anderen Rhizomstücke an dem Centralknollen entspringt und der, an seiner Spitze anschwellend, zunächst eine fast genau kugelige Form besitzt (*I* in Fig. 1). Dieser zweite Knollen wird nun allmählich mit den Produkten der Assimilation der Laubblätter gefüllt und schwillt um so stärker an, je älter er wird. Aber schon frühzeitig entwickelt er, ganz wie der die Vegetationsorgane tragende Hauptknollen ($I_,$, Fig. 1), schief nach unten gehende Äste (*II*, Fig. 1), die ganz wie die entsprechenden Nebenwurzelstöcke des Hauptknollen an der Spitze eine Knospe (*vgt*, Fig. 1) und vorwiegend an der Unterseite in einer Reihe angeordnete, razemös entspringende Äste oder deren Knospen tragen. Auch bei dem Knollen *I* wiederholt sich bezüglich der Wurzeln das Gleiche wie beim Hauptknollen: er ist reichlich mit Wurzeln besetzt, während die Nebenwurzelstöcke deren ganz oder fast ganz entbehren (Fig. 1, *wu*). An der Spitze trägt er eine Knospe (*kn*, Fig. 1, links). Stirbt der Hauptknollen ($I_,$) nach Schlufs der Vegetationsperiode ab, so werden für gewöhnlich auch die Nebenwurzelstöcke ($II_,$) in Mitleidenschaft gezogen und sterben ebenfalls ab, jedenfalls alle diejenigen, welche ihre Gipfelknospe zu dieser Zeit nicht weiter entwickelt haben. Die Rhizomabschnitte jedoch, die eine Gipfelknospe gebildet haben (Fig. 1, $II_,$, rechts, *kn*), bleiben erhalten und funktionieren weiter. Nach dem Absterben der Hauptknollen ($I_,$) löst sich der Nebenknollen (*I*) an der Verbindungsbrücke (*x*) ab und funktioniert in der folgenden Periode als Hauptknollen, d. h. er treibt aus und trägt alsdann die Vegetationsorgane.

Jedes Rhizomstück mit einer Knospe scheint im stande zu sein, auch losgetrennt von dem Centralknollen selbstständig auszutreiben und durch Entwickelung der Spitzenknospe einen neuen Sprofs mit Blättern, durch Anschwellen einen neuen Centralknollen zu liefern.

Einige der Wurzeln schwellen an einer Stelle knollenförmig an und es entsteht so ein ovales Gebilde (Fig. 1, *Kno*), das übrigens gleich wie die übrige Wurzel Nebenwurzeln treibt.

Die Droge besteht jetzt meist aus einem Gemisch von Centralknollen (*I* nicht $I_,$) — Curcuma rotunda — und Nebenwurzelstöcken (*II* u. $II_,$) nebst deren Verzweigungen (*III* u. $III_,$) — Curcuma longa —, welch letztere bald auf einer, bald auf beiden

Seiten liegen. Der die zur Zeit der Einsammlung abgestorbenen Blätter tragende Centralknollen *I*, wird nicht mit gesammelt. Die Hauptmasse der Droge bilden die Nebenwurzelstöcke. Die Anatomie derselben sei daher zunächst beschrieben.

Das Hautgewebe besteht aus drei Schichten: der Epidermis, einem parenchymatischen Hypoderm und dem Periderm (Kork und Phellogen).

Die Epidermis besteht aus nur schwach verdickten, niedrigen, relativ kleinen Zellen (*Ep*, Fig. 6), die, von der Fläche gesehen, isodiametrisch oder gestreckt erscheinen und deutlich die Tüpfelung der Seitenwände erkennen lassen (Fig. 9).

Der Epidermis eingefügt findet man zahlreiche Haare (Fig. 6. *t*), die eine blasig erweiterte Basis besitzen, ziemlich lang und nicht selten relativ dickwandig sind (Fig. 6, *t*, 9, *t* u. 13). Sie tragen nicht den Charakter von Wurzelhaaren, doch ist ihre Spitze oft verdickt. Meist sind sie einzellig, doch kommen auch Querteilungen vor (Fig. 13). Bisweilen sind sie ausgefallen oder abgebrochen und alsdann findet man nur ihre Ansatzstellen (*x*, Fig. 9). Sie sind ohne Schwierigkeit auch bei der Droge aufzufinden. Besonders die Centralknollen sind oft reichlich damit besetzt.

Das unter der Epidermis liegende hypodermatische Gewebe (*hd*, Fig. 6) ist ein verkorktes Parenchym, in welches dann und wann (Fig. 6) Ölzellen eingebettet sind. Es fehlt bisweilen. Dann folgt der eigentliche Kork (*k*, Fig. 6), der, vom Phellogen (*phg*) vermehrt, meist 4—6 (bis 10) Reihen dick ist (subhypodermales Oberflächenperiderm) und, von der Fläche gesehen (Fig. 10), das charakteristische Aussehn tafelförmiger, reihenförmig untereinander liegender Zellen zeigt.

Das Gewebe der Rinde ist ein dünnwandiges Parenchym und besteht aus ziemlich grofsen, wenig oder gar nicht in die Länge gestreckten (Fig. 9, *Par*) Zellen mit kleinen Intercellularen. Die Zellen sind erfüllt mit locker liegenden Stärkekörnern, die in einem farblosen Zellsafte liegen. Die Stärkekörner sind bei der Droge bis zur völligen Unkenntlichkeit der Konturen verkleistert, da die Droge, um sie abzutöten und ihre Austreibefähigkeit zu vernichten, $^1/_2-1$ Tag in siedendes Wasser gesteckt wird. Man findet daher in der Droge in jeder Zelle nur mehr einen Kleisterballen, der nur ganz undeutlich noch ein Netzwerk erkennen läfst (Fig. 12): die Begrenzungslinien der völlig verquollenen und verkleisterten Stärkekörner. Die geringen Plasmamengen, die sich zwischen die Kleisterballen der Körner legen, bleiben oft als zartes Netz beim Weglösen der Stärke mittels Kali zurück. Diese Kleisterballen sind bei der Droge gelb gefärbt. Bei dem frischen Rhizom jedoch liegt die Stärke in farblosem Zellsaft. Der Grund dieses Unterschiedes liegt darin, dafs das in den alsbald zu erwähnenden Sekretzellen enthaltene Curcumin beim Brühen in das ganze übrige Gewebe eindringt, durch die Membranen des Parenchyms hindurchtritt und besonders das Plasma stark färbt. In der That kann man leicht feststellen, dafs weniger die gequollenen und verkleisterten Stärkekörner, als vielmehr namentlich die Zwischensubstanz stark gefärbt ist. Die Verkleisterung der Stärke und Färbung der Kleisterballen bedingt das stumpfgelbe, an gelbes Wachs erinnernde Aussehn des Querschnittes der Rhizomstücke des Handels. Die Stärkekörner, die man also nicht in der Droge, wohl aber in dem frischen Rhizom wohl erhalten findet, sind 10—45 mik (meist 15—30 mik) lang und von eigentümlicher Form, bald oval, bald beilförmig, bald dreieckig mit ausgeschweiften Seiten und abgerundeter Basis, sackartig oder rhombisch, bisweilen von der Form einer Granate, oft genabelt, immer flach-scheibenförmig (*x*, Fig. 14), daher, von der Kante betrachtet, stab-linsenförmig, die Schichtung ist sichtbar, aber undeutlich, der Kern liegt im verschmälerten Ende. Ein Zellkern ist in jeder Zelle, auch bei der Droge, mittelst Anilingrün-Essigsäure nachzuweisen.

Eingebettet in das Stärkeparenchym finden sich — besonders zahlreich an den Vegetationspunkten — die Sekretzellen. Dieselben enthalten sowohl das farblose ätherische Öl wie das Curcumin und sind wie die meisten mir bekannt gewordenen Sekretzellen mit einer Membran versehen, deren äufsere Lamelle verkorkt ist (Angew. Anatomie Seite 475) und die innerhalb dieser Korklamelle noch eine zarte Cellulosehaut erkennen läfst. Das Sekret scheint auch hier in der Membran zu entstehen. Wenigstens lassen Bilder wie z. B. Fig. 9, *x. oez* (unten), Fig. 8, *x* u. *x. oez* darauf schliefsen. Man findet nämlich bei zahlreichen Zellen zunächst blasige Abhebungen bezw. Austreibungen der Wand mit ätherischem Öl gefüllt (Fig. 8, *x*, *x. oez*). Bei höchster Einstellung erscheinen dieselben als der Wand anliegende Tropfen (*oez*, Fig. 8 in der Mitte). Dieselben fliefsen alsdann zu gröfseren Gebilden zusammen (Fig. 9, *x. oez*), die wie Taschen der Wand ansitzen (Fig. 7, *x* und *x. oez*). Nunmehr scheint das Öl in Tropfen die „innere Haut“ (*ih*, Fig. 7 u. 9) zu durchdringen (Fig. 8, *y. oez*) und in den Zellraum zu gelangen. Ob dies aber immer geschieht oder nur dann und wann, bleibt fraglich. (Mir stand nur Alkoholmaterial zur Verfügung.) Jedenfalls ist der oder sind die Öl- und Farbstofftropfen im fertigen Zustande von der „inneren Haut“ umgeben, was sowohl bei der Annahme, dafs ein Durchdringen erfolgt, wie auch dann, wenn dasselbe unterbleibt, erklärlich wäre.

Nur in diesen Ölzellen, die etwa die gleiche Gröfse wie die Stärkezellen besitzen, und gegen die hier das Stärkeparenchym oft strahlige Anordnung zeigt, findet sich bei der lebenden Pflanze Öl und Farbstoff. Ihr Inhalt löst sich in Äther leicht zu einer gelben, blau fluoreszierenden Lösung. Der Farbstoff besteht hauptsächlich aus Curcumin. Er bedingt die in der Tabelle (beim Crocus S. 93) aufgeführten Farbenreaktionen mit Alkalien und Säuren. Bei der Droge sind die Sekretzellen, da ihr Inhalt beim Kochen in das Parenchym übergetreten ist, oft leer.

In den Parenchymzellen findet man da und dort sehr kleine eckige Kalkoxalat-Kristalle (Fig. 14 b). Die Thatsache, dafs beim Behandeln eines Schnittes mit Schwefelsäure sehr reichliche Gipsnadelbildung erfolgt, erklärt sich wohl dadurch, dafs in dem Rhizom neben Calciumoxalat auch andere Kalksalze vorkommen.

Der centrale Teil des Rhizoms wird von dem peripherischen, den man wohl auch als Rinde bezeichnet, durch eine

Kernscheide (Endodermis) getrennt (*ed*, Fig. 3, 5 und 8). Die Zellen derselben sind tangential gestreckt und verkorkt (*ed*, Fig. 8) und führen der Regel nach keine Stärke. Diese Endodermis ist an zahlreichen Stellen unterbrochen (Fig. 3 und 8 *L*), und zwar in Gestalt ovaler Löcher (*L*, Fig. 11), durch welche die Rindenbündel in den Centralcylinder eindringen (Fig. 3 u. 8).

Das Grundgewebe des centralen Teiles gleicht dem der Rinde.

Die Gefäfsbündel haben einen gekrümmten Verlauf, besonders an der Endodermis sind sie vielfach hin und her gebogen, sie sind sowohl in der Rinde wie im Centralcylinder kollateral; entschieden kollateral in der Rinde (Fig. 7), zur Bikollateralität neigend bei den isolierten Bündeln des Centralcylinders (*gfb* in Fig. 8 unten), hier, wie bei den ovalen Bündeln, die sich an die Endodermis anlegen und hier oft miteinander seitlich verschmelzen, scheinbar in den konzentrischen Bau mit centralem Gefäfsteil übergehend (Fig. 8).

Die meist zu 2—7, selten zu 10—15 im Bündel vereinigten Gefäfse sind entweder Spiral- oder Netzleistengefäfse und besitzen eine Breite von 30—55 mik (selten bis 75 mik) (Fig. 9, *gf* und Fig. 12a). Die oft in der Mitte des Bündels liegenden, durch anderes Lichtbrechungsvermögen von den später entstehenden unterschiedenen Erstlinge sind stets spiralig verdickt. Die Siebröhren (*sb*, Fig. 7) sind zart, die Siebplatten deutlich. Begleitet werden die Bündel im Siebteil von eigentümlichen kurzen, unverkorkten Zellen (Fig. 14a), die bei Alkoholmaterial einen braunen körnigen Inhalt führten. Derartige (Sekret führende) Zellen sind an der gleichen Stelle auch beim Zedoariarhizom und dem Ingwer zu finden.

Der Gefäfsbündelverlauf ist folgender. In der Rindenschicht verlaufen ein oder zwei Gefäfsbündelnetze in vertikaler Richtung. Diese Rindenbündel stehen vornehmlich an den Knoten (den Insertionsstellen der Niederblätter) unter sich derartig in anastomosierender Verbindung (Fig. 11, bei *R*), dafs ein vollständiges Netzwerk entsteht. Gegen dies Rindenbündelnetz hin verlaufen nun auch die in die Rinde eintretenden Bündel der Niederblätter *(Nbl)*, die das Rhizom (und den Centralknollen) manschettenartig umgeben oder die Gipfelknospe der Nebenwurzelstöcke umhüllen. Diese Blattbündel endigen daselbst aber nicht blind, sondern treten mit den Bündeln des Rindennetzes in Verbindung. Andererseits entsendet das Rindenbündelnetz nach dem Centralcylinder hin Zweige (bei *x* Fig. 11). Dieselben treten durch die oben erwähnten Lücken (*L* in Fig. 3, 8, 11) in den Centralcylinder ein, wie dies Fig. 8 (oben) zeigt, beschreiben, nach innen ausbiegend, einen flachen Bogen und kehren alsdann an die Endodermis zurück, der sie sich anlegen. An der Endodermis bilden die Bündel ein vielfach verschlungenes Netz (Fig. 11), doch treten sie nur selten untereinander in anastomosierende Verbindung. Man kann sich dies leicht dadurch sichtbar machen, dass man tangentiale Längsschnitte durch die endodermale Partie in rauchende Salzsäure legt, wodurch die Schnitte völlig transparent werden.

In der endodermalen Partie entspringen natürlich auch die Wurzeln, die, wie erwähnt, den Nebenwurzelstöcken nur in geringer Zahl (Fig. 1, *wu*), den Centralknollen jedoch in grofser Zahl ansitzen.

Der Bau der besonders reich mit Haaren besetzten Centralknollen gleicht im grofsen und ganzen dem der Nebenwurzelstöcke. Auch hier scheidet eine Endodermis einen centralen Teil von einem peripherischen (*ed*, Fig. 5). Ersterer ist verhältnismäfsig grofs, gröfser als bei den Nebenwurzelstöcken. Die Gefäfsbündel verlaufen im Centralknollen unregelmäfsiger als in den Nebenwurzelstöcken, so dass man auf einem Querschnitte zahlreiche Bündel in der Längsansicht sieht (Fig. 5). Die Centralknollen sind reicher an Kalkoxalat, das hier bisweilen in Form von Säulen zu beobachten ist.

Die Niederblätter (*Nbl*, Fig. 1), welche den Centralknollen und Nebenwurzelstöcken ansitzen, sind kurz manschettenartig, aber verhältnismäfsig dick (Fig. 15). Sie bestehen aus einem lockeren, reich durchlüfteten, von wenigen Sekretzellen (*oez*, Fig. 15) durchsetzten Parenchym, in dem die Nervenbündel ziemlich parallel miteinander, aber mit reichlichen Anastomosen verlaufen. In dem Parenchym und der Epidermis der Unterseite findet man oftmals reichlich Kalkoxalat-Kristalle (*kr* in Fig. 15, 16 und 17), ja selbst die Schliefszellen der Spaltöffnungen (*st* in Fig. 15 u. 16) enthalten kleine Kalkoxalatkriställchen (*st*, Fig. 17) von oftmals trotz der Kleinheit überraschend guter Ausbildung (meist Oktaeder). Die Aufsenseite der Niederblätter trägt — oftmals sehr reichliche — Haarbildungen (Fig. 15, 16, *t*, Fig. 18), die im allgemeinen gleichfalls den Haaren der Rhizomabschnitte gleichen und oftmals kleine Kalkoxalatkriställchen führen (Fig. 18).

Die Wurzeln sind von einer, dicht mit langen Wurzelhaaren (*wh*, Fig. 2) besetzten Epidermis umgeben. Unter derselben liegt ein mehrreihiges, aus derbwandigen, gebräunten Zellen bestehendes Hypoderm (äufsere Endodermis), dann folgt das lückige Rindenparenchym, das in seinem inneren Teile von grofsen, radialgestreckten Luftlücken (*Lü*) durchzogen wird und besonders in den an die Endodermis grenzenden Partien reich an Sekretzellen ist. Die Endodermis besteht aus an der Innenseite stark verdickten Zellen. Der Bündelkranz (*gfb*, Fig. 2) ist polyarch. Man findet nicht selten 20 und mehr (25) radiale Bündel. Die primären Gefäfse sind zehnmal kleiner als die sekundären. Die Wurzel bleibt polyarch, die Bündel auch später radial, wie es bei Monokotylenwurzeln die Regel ist. Das Centrum der Wurzel nimmt ein parenchymatisches, Sekretzellen führendes Mark ein. Gefestigt ist die Wurzel durch einen in späteren Stadien sich entwickelnden Libriformpanzer, der die Bündel, besonders die Gefäfsteile, begleitet (wie bei Sassaparille). Die zarten Nebenwurzeln sind triarch.

Die knollig verdickten Stellen der Wurzeln (*kno*, Fig. 1) kommen dadurch zu stande, dafs das Mark der Wurzeln hypertrophisch anschwillt und die Rinde der Anschwellung folgt. Durch diese Vergröfserung des centralen Markkörpers wird der geschlossene Gefäfsbündelring der

unverdickten Wurzel gesprengt und die Gefäfsgruppen sowohl wie die Siebteilinseln in kleinere Gruppen aufgelöst (Fig. 4, *gfb*). So findet man denn, dem inneren Rande der unverdickten Endodermis angelehnt, oft 50 und mehr kleine individuenarme, tangentialgestreckte Gefäfsteil- und Siebteilinseln. Libriform fehlt ganz. Das Grundgewebe ist ein Stärke führendes Parenchym, in dem verhältnismäfsig wenige Sekretzellen liegen. Das Hypoderm der Wurzeln ist oft durch Kork ersetzt. Nebenwurzeln und Wurzelhaare fehlen auch hier nicht. Diese Wurzelknollen sind ebenso stärkereich als die Rhizomstücke.

Das Pulver.

Das Pulver des Curcumarhizoms ist nicht zu verkennen. Die aus den Zellen herausgefallenen gelben Kleisterballen, die noch ganz die Form der Zellen besitzen (Fig. 12) und als Stärkekleister sofort durch Jod zu diagnostizieren sind, geben ihm ein sehr charakteristisches Aussehn. Für gewöhnlich findet man gar keine unveränderten Stärkekörner, doch ist mir neuerdings ein Pulver unter die Hände gekommen, welches wohl erhaltene Stärke der charakteristischen Form (Fig. 14) enthielt. Sekretzellen sind wenige unmittelbar sichtbar, da das Curcumin fast ganz in den Stärkekleister übergetreten ist. Sie werden aber, da ihre Wand verkorkt ist, sichtbar, wenn man konzentrierte Schwefelsäure zusetzt. Die Fragmente des Korkes (Fig. 10), des Parenchyms (Fig. 7, *Par*) und der Gefäfsbündel, besonders der Netzleisten- und Leitergefäfse (Fig. 12a) (Spiralgefäfse sind selten), treten nach Erwärmen des Präparates in Chloral deutlich hervor. Mechanische Elemente fehlen.

Die Farbenreaktionen (siehe die Tabelle bei Crocus) sind sehr charakteristisch. Den dort aufgeführten wäre noch hinzuzufügen, dafs das Pulver mit einer konzentrierten Lösung von Borsäure in Salzsäure eingetrocknet beim Befeuchten mit verdünntem Ammoniak (Überschufs vermeiden!) violett wird.

Tafel 24.

Erklärung der Abbildungen.

(Curcuma longa L.).

Fig. 1. Rhizom von Curcuma longa nach frischem Material (Java). *I*, Centralknollen — die Vegetationsorgane tragend —, an ihm *II*, Nebenwurzelstöcke mit Auszweigungen (*III*,). Ein Nebenwurzelstock ist in Begriff, eine Knospe auszutreiben (*kn* rechts). *I.* für die folgende Vegetationsperiode neu angelegter zweiter Knollen mit Knospe (*kn*), gleichfalls mit Nebenwurzelstöcken (*II*), an denen die Knospen der Auszweigungen sichtbar sind. *Nbl* Niederblattmanschetten. *wu* Wurzeln. *kno* knollenförmig verdickte Wurzelpartie. Etwa 8 weitere Nebenwurzelstöcke des Centralknollens *I*, sind nicht gezeichnet. Die meisten derselben sind schräg nach unten gerichtet.

„ 2. Lupenbild eines Wurzelquerschnittes.

„ 3. „ eines Rhizoms (Nebenwurzelstockes) *II* oder *II*,.

„ 4. „ des Querschnittes einer verdickten Wurzel (*kno*, Fig. 1).

„ 5. „ des Querschnittes eines Centralknollens.

„ 6—18. Aus einem Nebenwurzelstock: *oex* in Fig. 6—9 Ölzellen in verschiedenen Entwicklungsstadien.

„ 6. Querschnitt durch Epidermis und Kork.

„ 7. „ „ das Gewebe der Rinde.

„ 8. „ „ „ „ an der Endodermis (*ed*) an der Stelle, wo durch eine Lücke (*L*) ein Rindenbündel in den Centralcylinder eindringt.

Fig. 9. Längs- bez. Flächenansichten der Epidermis (*ep*) und eines Gefäfsbündels nebst Nachbarschaft. *oex* Ölzelle, *ih* innere Haut.

„ 10. Kork von der Fläche gesehen.

„ 11. Gefäfsbündelverlauf. ×× bis ×× tangentialer Flächenschnitt an der Endodermis, von ×× bis an den Rand unten: Radialschnitt des inneren Teiles der Rindenpartie (*R*).

„ 12. Stärkekleisterballen von der Form der Zellen, aus denselben herausgefallen. Im Pulver häufig.

„ 12a. Gefäfsfragment aus dem Pulver.

„ 13. Haare der Epidermis von Knollen und Rhizom.

„ 14. Stärkekörner, bei × von der Seite gesehen, um zu zeigen, dass sie flach-scheibenförmig sind.

„ 14a. Unverkorkte Sekretzellen aus dem Siebteil.

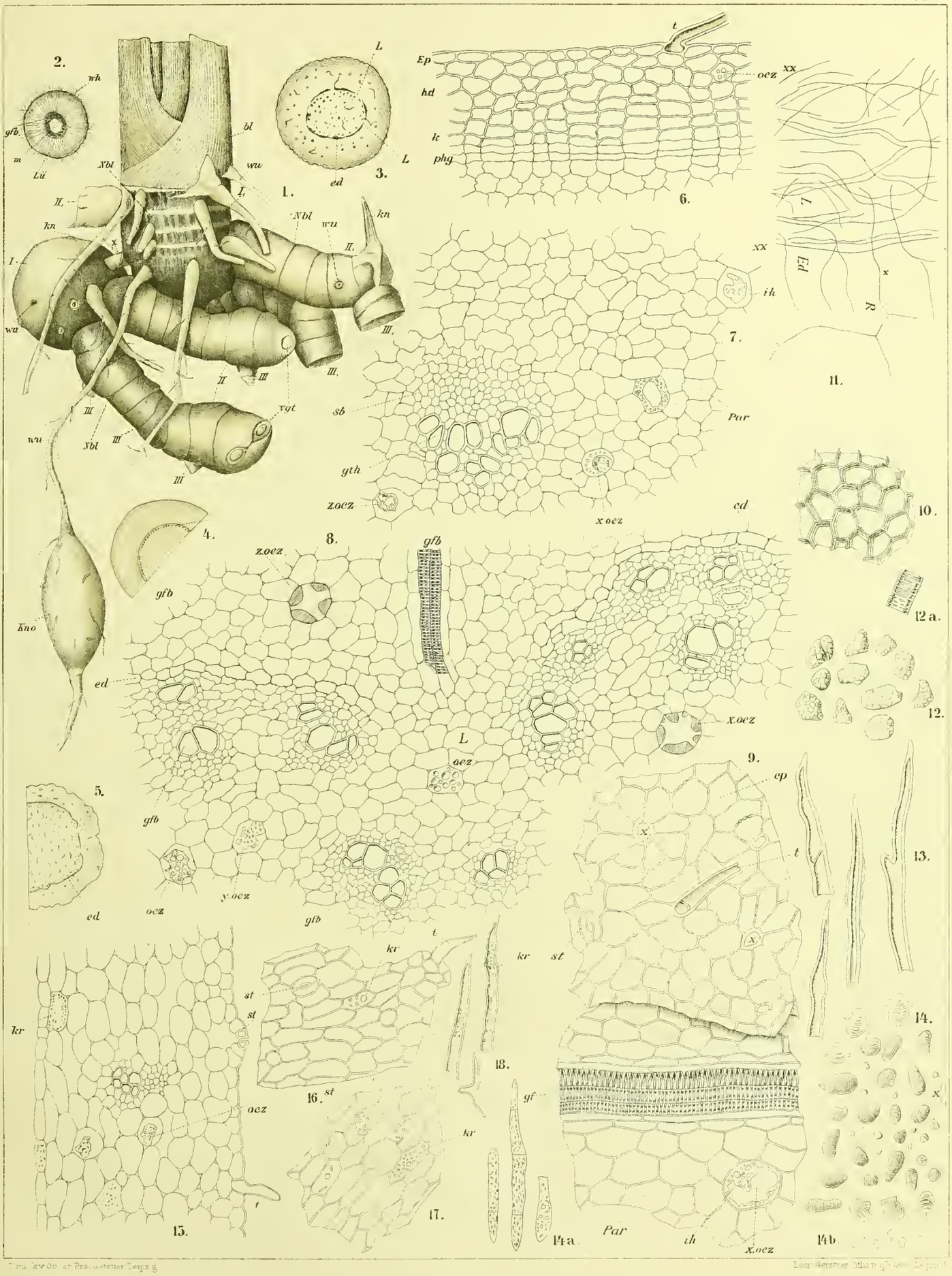
„ 14b. Kalkoxalatkriställchen.

„ 15. Querschnitt durch ein Niederblatt an der Vegetationsspitze der Nebenwurzelstöcke.

„ 16. Epidermis der Aufsenseite und

„ 17. Epidermis der Innenseite dieser Niederblätter, von der Fläche gesehen.

„ 18. Haare der Niederblätter mit Oxalatkriställchen.



Druck v. Oscar Brandstetter Leipzig

Louis Gerstner lithogr. Anst. Leipzig

Piper nigrum.

Piper. Schwarzer Pfeffer. Poivre noir. Black pepper.

Die Blüten des Pfeffers, Piper nigrum L., sind sitzend und zu langen, lockeren Ähren vereinigt. An der Spindel des Blütenstandes sitzen zahlreiche schildförmige, sitzende Deck- oder Tragblätter, die in sehr eigentümlicher Weise die Blüten derartig behüllen, dafs man beim ersten Anblicke meint, die Blüten besäfsen becherförmige Perigone. In dem extremsten Falle beteiligt sich ein Tragblatt an der Behüllung von vier Blüten (Fig. 2, 1—4): *tgb* I behüllt die Blüte *a* unten, *b* und *c* an den Seiten, *d* oben, *tgb* II behüllt, soweit aus der Figur ersichtlich, Blüte *c* unten und Blüte *d* an der einen Seite; ebenso *tgb* III Blüte *b* unten und Blüte *d* an der Seite. Diesem extremen Falle, wo ein der Achse schildförmig angewachsenes Tragblatt sich an der Behüllung von 4 Blüten beteiligt, wo also der Blütenbecher aus 4 Tragblattabschnitten, die zu 4 verschiedenen Tragblättern gehören, besteht (Fig. 2, 1—4), stehen andere gegenüber, wo das Tragblatt sich nur bei 3 Blüten beteiligt. Ja diese Fälle sind, da die Blüten spiralig an der Achse stehen, die häufigeren. Ein Tragblatt behüllt alsdann eine obere Blüte von unten (z. B. Blüte I, Fig. 3) und die beiden tiefer liegenden, alternierenden, von den Seiten (z. B. Blüte II, Fig. 3). In diesem, wie gesagt häufigsten, Falle wird also eine Blüte von 3 Tragblattabschnitten behüllt, die zu 3 verschiedenen Tragblättern gehören (Fig. 3 und 4a, unten). Die seitlichen Tragblattabschnitte liegen innen, das untere aufsen, übergreifend und die Blüte becherförmig von unten her behüllend (Fig. 2 und 3).

Entwickelt sich nun der Fruchtknoten zur Frucht, so wächst auch noch dieser eigentümliche Becher heran und bleibt, wenn die Frucht abfällt, an der Spindel sitzen (Fig. 3b).

Die Fruchtstandspindel zeigt an der Basis des Fruchtstandes, dort, wo noch keine Blüten bezw. Früchte sitzen (bei *x*, Fig. 1), folgenden Bau, der, was die Gefäfsbündel betrifft, die (monokotylenähnliche) Piperacee verrät. In der Mitte liegt nämlich ein unregelmäfsig buchtiger Bastzellzylinder (*B*, Fig. 14), in den zahlreiche (etwa 8 bis 18) ungleich grofse, kollaterale, oft kambiumführende Bündel (*gfb*, Fig. 14) eingebettet sind. Aufser diesem Bündelkranze liegen in der Mitte noch 2 gröfsere, ebenfalls von breiten Bastzellbelegen bescheidete Bündel, die sich mit ihrem Bastzellbelege bisweilen an den Bündelzylinder anlegen. Neben denselben findet man eine exzentrisch gelegene ovale Lücke (*Lü* in Fig. 14). In der breiten parenchymatischen „Rinde“ findet sich 3 Zellreihen unter der Epidermis ein Kreis dünnwandiger Sclereiden (*scl*, Fig. 14), auch sind vereinzelte Sclereiden mit dünner Wand in das Parenchym eingestreut. Ölzellen sind selten.

An den Stellen, wo die Früchte ansitzen, ist die Spindel etwas anders gebaut. Hier liegt die ovale Lücke nunmehr in der Mitte (*Lü*, Fig. 4) und um dieselbe gruppiert sich ein lockerer Kreis (oder 2 Kreise) von isolierten Bündeln, die sehr ungleich grofs und ungleich orientiert, aber stets von einem Bastzellpanzer umscheidet sind. Von diesen Bündeln treten Zweige sowohl in die Tragblätter wie in die Stamina und den Fruchtknoten ein. Bei diesen Bündeln liegt gewöhnlich der Gefäfsteil innen. Sie lassen meist das Kambium deutlich erkennen und zeigen bisweilen Phloemspaltungen (Angew. Anatomie, S. 297) oder isolierte Bastinseln mitten im Siebteile. Im letzteren Falle sind 2 Bündel mit ihrem Siebteile zusammengelegt. Der Gefäfsteil des einen liegt alsdann aufsen, der des anderen innen.

Die Blüten sind sehr einfach gebaut und entbehren stets des Perigons. Dagegen waren alle Blüten, die ich bei in Java kultiviertem Pfeffer zu beobachten Gelegenheit hatte, hermaphrodit, nicht nur die an der Basis des Blütenstandes befindlichen. (Sonst soll Piper nigrum angeblich eingeschlechtliche Blüten besitzen und nur an der Basis der Ähre zwitterige.) Sie führen einen centralen Fruchtknoten und je 2 an der Achse rechts und links orientierte Stamina (Fig. 2, 3b und 4a, *stam*). Der Fruchtknoten trägt an der Spitze eine 2—4-, meist 3teilige sitzende Narbe (Fig. 1, 2, 3, 4, 6) mit kurzen Narbenpapillen. Dem entsprechend haben wir uns den Fruchtknoten aus 2—4 Karpellen entstanden zu denken. Eine entsprechende Furchung desselben ist jedoch nicht sichtbar. Dagegen ist der Fruchtknoten stets infolge des Druckes einerseits der Deckblätter, andererseits der Stamina eigenartig zusammengedrückt, im Querschnitt oft keilförmig (Fig. 4a).

Die Tragblätter besitzen einen sehr einfachen Bau. In das dünnwandige, von zarten Bündeln durchzogene Parenchym sind einige Ölzellen eingebettet. Auf der gegen Frucktknoten und Stamina gerichteten Innenseite tragen sie zahlreiche Haare (*t*, Fig. 4a), die oft gekrümmt und der Regel nach mehrzellig sind (Fig. 5).

Die Stamina besitzen ein im Querschnitt ovales Filament, das von einem centralen Bündel in der Mitte durch-

zogen ist (Fig. 4a, *stam*) und an der Spitze eine, dem Rücken des Staubfadens ansitzende, kurze, dithecische, mit einem Längsspalt sich öffnende Anthere mit undeutlichem Konnektiv (Fig. 2 und 3, *stam*) trägt. Die Stamina sind sehr dauerhaft. Auch nach dem Verstäuben und Schrumpfen der Antheren bleiben sie erhalten, werden von der heranwachsenden Frucht gegen das Tragblatt gedrückt und erscheinen daher, wenn man die reife Frucht aus dem Tragblattbecher loslöst, als 2 nach rechts und links orientierte breitgedrückte Streifen (Fig. 3b).

Der Fruchtknoten besitzt eine ziemlich dicke Wand und führt an der Basis ein einzelnes atropes Ovulum. Das Ovulum führt die Mikropyle an seiner Spitze und besitzt nur ein Integument (Fig. 4 und 4a, *i*). An der Basis desselben, bis zu $^1/_3$ der Höhe hinaufreichend, sieht man jedoch bisweilen die Reste eines zweiten Integumentes (*ia*, Fig. 4). In die Basis des Ovulums (hier endigend) tritt das Ende eines zarten Bündelzweiges ein, der sich von einem der Bündel der Achse abzweigt, das gleichzeitig den Fruchtknoten versorgt (Fig. 4).

Die Fruchtknotenwand zeigt folgenden Bau (Fig. 9). Unter einer zarten Epidermis (*Ep* und 1) liegen gestreckte Sclereiden (*scl* und 2), die, aus dünnwandigem Palissadenparenchym entstanden, schon sehr frühzeitig angelegt werden und nur den gegen die Stamina gedrückten Lateralflächen des Fruchtknotens, sowie der Basis desselben fehlen, aufsen und innen aber schon bei dem jungen Fruchtknoten angetroffen werden. Auf die Sclereidenschicht (2) folgt dann ein dünnwandiges Parenchym (3), in welches da und dort Ölzellen (*oez*) eingebettet sind; dann folgt die Gefäfsbündelzone (4); die inneren Schichten (5—8a) sind gleichfalls noch parenchymatisch. Das Integument des Ovulums (*i*, 8 und 9, Fig. 9) besteht aus 1—3 dünnwandigen Zellen, von denen jedoch nur die äufsere Reihe als quadratische Zellen deutlich sichtbar sind, die inneren sind undeutlich oder resorbiert. Die Mitte des Ovulums erfüllt der Nucellus, an der Spitze liegt der Embryosack (mit der Eizelle). Aus der Eizelle entwickelt sich der Embryo, aus dem Embryosackreste das Endosperm, aus dem Nucellus das Perisperm, welches letztere hier beim Pfeffer die Hauptmasse des reifen Samens ausmacht.

Die aus dem Fruchtknoten sich entwickelnde junge Frucht zeigt nun schon eine weitere Entwickelung aller Schichten (Fig. 10): die Sclereiden (2) sind zahlreicher und stärker verdickt, die Gefäfsbündel (*gfb*, Fig. 10) in ihrer Entwickelung fortgeschritten, die Zellen der dritt- oder viertinnersten Schicht der Fruchtschale zeigen deutlich quadratischen Querschnitt (7, Fig. 10), nur das Integument des Ovulums, die junge Samenschale, zeigt keine sehr erhebliche Veränderung.

Die als schwarzer Pfeffer in den Handel gebrachte Droge besteht aus den kurz vor der Reife, noch grün von dem Schlingstrauch gepflückten und rasch getrockneten Früchten (Beeren), die dementsprechend eine stark geschrumpfte, grob gefelderte Oberfläche zeigen, ungestielt und erbsengrofs (ca. 5 mm im Durchmesser) sind und von denen 100 Stück 4,5—6,2 g wiegen. Sie zeigen anatomisch schon fast ganz den Bau völlig reifer Früchte, nur der Embryo (*Em*, Fig. 7) pflegt noch nicht entwickelt oder stark geschrumpft zu sein.

Das Lupenbild des Quer- und Längsschnittes (Fig. 7 und 8) zeigt die Schrumpfung der Fruchtschale deutlich. Dieselbe umgiebt als fast schwarze Hülle den grauweifsen Perispermkern, der eine centrale Höhle besitzt. Die an die Centralhöhle grenzende Perispermpartie ist weifs und mehlig, das übrige Gewebe glasig-grau. Das Perisperm macht die Hauptmasse der Frucht aus. Die Centralhöhle ist durch einen zarten Kanal mit dem an der Spitze der Frucht liegenden Endosperm und Embryo verbunden, von denen beiden freilich in der Handelsware selten etwas — höchstens ein geschrumpftes Läppchen — zu sehen ist. Gegen die Centralhöhle hin ist das Perisperm strahlig angeordnet.

Die Fruchtwand zeigt folgenden Bau (Fig. 11 und 12). Zu äufserst liegt die relativ niedrige Epidermis (*Ep*, Fig. 11), die aus polyedrischen Zellen besteht (Fig. 12, *Ep* und 1). Dieselben enthalten bei der frischen Pflanze einen farblosen Saft, der nach Einlegen der Früchte in Sublimatlösung in rundlichen Sphärokristallen kristallisiert, in der Droge einen braunen Farbstoffklumpen (Fig. 11, rechts), welche Farbstoffklumpen sich auch in dem subepidermalen Gewebe finden (Angew. Anatomie, Fig. 55) und die tief braunschwarze Farbe der Oberfläche der Droge bedingen. Da und dort trägt die Epidermis Spaltöffnungen (*st*, Fig. 12).

Die subepidermale Sclereidenschicht (*scl* und 2, Fig. 11 und 12) ist keine homogene lückenlose Schicht, sondern besteht aus oftmals von Parenchymzellen unterbrochenen verholzten Sclereiden sehr verschiedener Form. Die meisten sind radial gestreckt (Fig. 11), aber auch kurze, fast quadratische oder rundliche sind darunter, sowie gekrümmte, verbogene (vergl. auch Fig. 55 der Angew. Anatomie). Sie sind relativ stark verdickt, reich getüpfelt und mit deutlicher Schichtung in der Membran versehen. Die Tüpfel sind rundlich oder spaltenförmig. In letzterem Falle stehen die Spaltentüpfel sehr unregelmäfsig (Fig. 15). Diese Sclereiden, die, wie schon oben bemerkt, sehr frühzeitig angelegt werden, führen oft einen braunen Farbstoffklumpen (Fig. 11, rechts), ebenso wie die sie begleitenden dünnwandigen Parenchymzellen. Die Breite der Sclereiden beträgt meist 15—20 mik, steigt aber bis 35 und darüber (50 mik). Ihre Länge variiert aufserordentlich, von 15—170 mik. Diese Sclereiden sind eines der charakteristischten Elemente des schwarzen Pfeffers. Sie fehlen dem weifsen (siehe unten) und finden sich in keinem der als Surrogat oder Verfälschungsmittel des Pfeffers benutzten pflanzlichen Produkte.

Das auf die Sclereidenschicht folgende Parenchym (3) ist dünnwandig, enthält bisweilen kleinkörnige Stärke und die Reste der Chlorophyllkörner und führt da und dort vereinzelte verkorkte Ölzellen. Auch einzelne Sclereiden sind hie und da zu beobachten, besonders an der Spitze der Frucht (Fig. 13). Es ist nicht selten mehr oder weniger lückig. Oft lösen sich bei ihm sogar ganze Zellzüge in tangentialer Richtung voneinander (vergl. die Fig. 55 in der Angew. Anatomie,

S. 77). Es ist daher begreiflich, dass die Fruchtschale gerade in dieser Schicht sich leicht spaltet (siehe unten).

In der folgenden Schicht verlaufen die kollateralen Gefäfsbündel der Fruchtschale (*gfb*, Fig. 11). Dieselben führen verhältnismäfsig viele zarte Spiralgefäfse (*gf*, Fig. 12) von 7—15 mik Breite und zeigen, dem Siebteil angelagert, sehr häufig — aber nicht immer — eigentümliche gestreckte Sclereiden (*scl*, Fig. 11 und 12), die entweder den Charakter echter Sclereiden tragen oder sich mehr den Librosclereiden (S. 34) nähern. In Bau und Form nähern sie sich den Sclereiden der Schicht 2, sind also horizontal abgestutzt (Fig. 12). Doch giebt es auch solche — wennschon selten — die gestreckt sind und nicht ganz horizontal gestellte Endwände besitzen, die sich also den echten Bastzellen nähern und wie diese schiefe Spaltentüpfel besitzen; kegelförmige Enden, wie sie die echten Bastzellen zeigen, kommen aber niemals vor.

Die nun folgende Schicht, in welche die Gefäfsbündel schon zum Teil eingebettet erscheinen, ist bei der Droge der Regel nach mehr oder weniger zusammengefallen, zusammengedrückt, obliteriert (Fig. 11). Es ist dies wohl einerseits eine Folge des Heranwachsens des Samenkerns: der sich ausdehnende Same drückt diese zarte Schicht der Fruchtschale zusammen. Andererseits mag wohl auch das Schrumpfen der Fruchtschale gelegentlich des Trocknens der unreifen Frucht die Obliteration mit bedingen.

Die nächste Schicht ist die Ölzellenschicht der Fruchtschale. Sie differenziert sich relativ spät und fehlt der Spitze der Frucht. In der halbreifen Frucht ist sie noch nicht zu sehen, obwohl die Ölzellen der äufseren Partie schon gut differenziert sind (Fig. 10). Sie besteht bei der Droge aus grofsen verkorkten Ölzellen, die entweder direkt aneinander stofsen (Fig. 11) oder von mehr oder weniger grofsen Parenchymstücken getrennt sind (Fig. 12, 5, vergl. auch Fig. 55 der Angew. Anatomie).

Auf diese Ölzellenschicht (5) folgen 1—2 Reihen zarten Parenchyms (Fig. 11, 6) mit deutlich getüpfelten Wandungen (Fig. 12, 6) und dann folgt die einreihige innere Sclereidenschicht, deren Bau ebenfalls für den Pfeffer sehr charakteristisch ist (Fig. 11 und 12, 7). Es sind im Querschnitt quadratische, in der Flächenansicht isodiametrische, verholzte Zellen, die an der Aufsenwand und dem oberen Teile der Seitenwände gar nicht, an der Innenwand und der gröfseren Partie der Seitenwände aber stark verdickt, reich getüpfelt und mit geschichteter Wand versehen sind (*scl*, Fig. 11, 7). Die Verdickung erfolgt relativ spät. Bei einer halbreifen Frucht sind die Zellen noch ganz dünnwandig (Fig. 10, 7). Die Tüpfel sind rundlich, auf der Flächenansicht sichtbar (Fig. 12, 7, *Tü*). Je nachdem die Zelle ganz oben (Fig. 12, *x*) oder in der Mitte (*y*) oder unten (*z*) durchschnitten ist, variiert die Flächenansicht.

An der Spitze der Frucht, dort, wo der Griffelkanal (*grfk*, Fig. 6 und 13) in die Fruchthöhle mündet, ist die Sclereidenschicht (7) ziemlich dünnwandig, den Griffelkanal kleidet sie in Form quadratischer dünnwandiger Zellen aus. Die Sclereidenschicht ist nicht die innerste Schicht der Fruchtschale. Wie schon die Fig. 9 und 10 zeigen, liegt innerhalb derselben noch eine weitere Schicht. Dieselbe ist bei den unreifen Früchten bald 1-, bald 2-, bald 3schichtig, bisweilen schon frühzeitig zusammengefallen oder gar da und dort wohl ganz fehlend. Niemals fehlt sie an der Spitze am Narbenkanal. Sie ist hier einschichtig und aus ihr entwickelt sich die sehr charakteristische, der Sclereidenschicht innen aufliegende Reihe gestreckter, stark verdickter Zellen, die in Fig. 13 (8a) dargestellt ist. Weiter nach unten nimmt die Höhe dieser Zellen rasch ab. Sie werden flach tafelförmig, bleiben aber meist stark verdickt (Fig. 13, 8^a, oben). Sie sind bei Flächenansichten gewöhnlich nicht oder doch nicht deutlich aufzufinden. Dieser dickwandigen Reihe sind bisweilen noch eine oder zwei weitere Reihen dünnwandiger, ebenfalls stark tangential gestreckter und zusammengefallener Zellen auf der Innenseite angelagert (Fig. 11, 8^a, auf der rechten Seite). Die Zellen enthalten Eiweifs.

So weit reicht die Fruchtschale.

Wie schon oben erwähnt, ist von den Zellreihen des Integumentes des Ovulums nur die äufsere, mit einer Kuticula bedeckte deutlich wahrzunehmen (Fig. 9, 8, *i*). Aus dieser entsteht die Pigmentschicht (*pig* und 8 in Fig. 11, 12 und 13). Aus den darunter liegenden, offenbar schon frühzeitig obliterierenden Zellen des Integumentes (9 in Fig. 9) entsteht die Schicht aufserordentlich stark zusammengefallener Zellen, die als eine helle breite Haut, „hyaline Haut", das Perisperm des Samens rings umgiebt und auf den ersten Blick wie die stark verdickte Aufsenwand der Perispermrandschicht aussieht. Nach Behandeln mit Schultzescher Macerationsflüssigkeit sieht man jedoch, dafs diese helle Zone aus 1 bis 3 Reihen infolge des starken Druckes, den der heranwachsende Samenkern ausübt, zusammengefallener und verquollener Zellen besteht, deren Lumina bisweilen noch als zarte Linien sichtbar sind (9 in Fig. 11 und 13, oben). Man kann sie als Nährschicht (Angew. Anatomie, S. 459) ansprechen. Durch Osmiumsäure wird sie braun. Die Pigmentschicht besteht aus einer Reihe dünnwandiger, an den Seitenwänden rosenkranzartig verdickter Zellen, von denen jede einen braunen, die Zelle fast ganz erfüllenden Farbstoffklumpen enthält, der mit Eisensalzen die Gerbstoffreaktion giebt, sich blauschwarz färbt (*pig* in Fig. 11, 8 und Fig. 55 Angew. Anatomie). Die Zellen sind für gewöhnlich stark tangential gestreckt, nur an der Spitze der Frucht, unterhalb des Griffelkanales, sind sie radial gestreckt, schmal und hoch (Fig. 13). Diese Pigmentzellenschicht ist denn auch auf Tangentialschnitten und bei Betrachtung von Fragmenten des Pulvers an dieser Stelle allein zu sehen (Fig. 12, 8), weder darüber, noch darunter sieht man weitere Schichten der Samenschale, bezw. der innersten Fruchtschalenpartie. Bisweilen haben sich hyaline Haut und Pigmentschicht, die beiden die Samenschale bildenden Schichten, voneinander gelöst, meist aber haften sie fest aufeinander. Dies ist besonders an der Spitze der Frucht der Fall (Fig. 13).

Der Samenkern besteht aus dem Perisperm, dem Endosperm und dem Embryo.

Der Embryo ist bei der Handelsware meist nicht aufzufinden oder doch undeutlich. Bei Alkoholmaterial frischer Früchte ist er auch nicht gerade leicht zu finden, da er sehr klein ist und leicht schrumpft. Wo er deutlich ist, zeigt es sich, dafs er ein gestrecktes oder rundliches, zartes, aus kleinen dünnwandigen, eiweifs- und ölreichen Zellen bestehendes Gebilde ist (Fig. 6 und 13, *Em*), das kaum irgend welche Differenzierung erkennen läfst, wenn man nicht einen seitlichen Höcker als Anlage der Radicula und 2 am entgegengesetzten Ende befindliche Höckerchen als Kotyledonen betrachten will.

Das Endosperm (*End*, Fig. 6 und 13) ist ebenfalls in der Droge selten deutlich. Bei Untersuchung von Alkoholmaterial erweist es sich als aus einem schlaffen, ölreichen Parenchym bestehend, dessen gegen das Perisperm hin liegende Zellschicht stark obliteriert ist. Fast das ganze Innere des Samenkerns wird vom Perisperm eingenommen. Die äufsersten kleinzelligen Reihen des Perisperms enthalten Eiweifssubstanzen in Körnerform (Aleuron), der Inhalt färbt sich also durch Jod gelb. Die folgenden Reihen enthalten neben Eiweifs rundlich ovale zusammengesetzte Stärkekörner. Das ganze übrige Perisperm wird von etwas in radialer Richtung gestreckten, vieleckigen, dünnwandigen Zellen gebildet, die neben kleinen Mengen in Fäden und Platten die Zelle durchziehenden Plasmas und einem rundlichen oder lappigen, in einer kleinen Höhle liegenden Gebilde, das man, obwohl es sich mit Hämatoxylin, Karmin und Methylgrün kaum färbt, doch wohl als Zellkern ansprechen muss (*ke*, Fig. 16), die ganze Zelle dicht erfüllende Stärke enthalten. Die Körnchen sind aufserordentlich klein, 1—6 mik, meist 3 mik lang, infolge des gegenseitigen Druckes vieleckig, scharfkantig, fast kristallartig und liegen oftmals so dicht, dafs es aussieht, als erfülle ein Kleisterballen die ganze Zelle. Durch auf das Deckglas geübten Druck kann man sich jedoch leicht davon überzeugen, dafs es einzelne unverkleisterte Körner sind, doch hängen die Körner einer Zelle so fest aneinander, dafs selbst im Pfefferpulver noch zahlreiche unverletzte, einem Zellinhalte entsprechende Ballen aufzufinden sind; dieselben sind etwa 70—100 mik lang und 27—33 mik breit. Läfst man Schwefelsäure oder Chloral zufliefsen, oder erwärmt schwach mit Eisessig, so erkennt man, dafs die Stärke, besonders in den äufseren Partien, weniger oder gar nicht in den inneren, oftmals zu rundlichen, 10—25 mik langen, zusammengesetzten Stärkekörnern vereinigt ist. Während nämlich das Plasma sich im Chloral löst, treten zahlreiche derartige Konglomerate aus der Zelle hervor. Eingestreut in dieses stärkeführende Gewebe liegen Ölzellen von etwa gleicher Gröfse wie das umgebende Gewebe, aber stets rundlichem (nicht eckigem) Umriss. Sie enthalten gelbe Öltropfen, Harzmassen und stets Piperin ($C_{17}H_{19}NO_3$), sehr häufig (besonders bei im Inneren dunkleren Pfeffersorten) in vortrefflich ausgebildeten Kristallen: Blättchen und einzelne, sowie zu Bündeln vereinigte Nadeln. Besonders bei Behandeln mit Äther und Alkohol treten letztere sehr deutlich hervor (Fig. 11 und 13, *oex*). Piperin, Harz und Öl ist nur in diesen Zellen zu finden. Harz und Öl lösen sich in Alkohol, Äther und Benzol, das Piperin in den gleichen Lösungsmitteln, aber auch in Aceton, Chloroform und Schwefelkohlenstoff.

Oftmals findet man (namentlich auch in älteren Früchten) das Piperin in den Sekretzellen in kleinen Nadeln auskristallisiert, die man daselbst (und auch im Pfefferpulver) besonders gut mit Hülfe des Polarisationsmikroskopes auffindet. Sieht man keine Kristalle, so kann man das Piperin sich dadurch sichtbar machen, dafs man entweder ganz vorsichtig Alkohol zufliefsen läfst, so dafs nur das Öl und Harz sich lösen, die in dieselben eingebetteten Kristalle aber zunächst nicht angegriffen werden: das Piperin wird alsdann in Nadeln, Tafeln oder Drusen (Fig. 20) sichtbar, oder den Schnitt in Alkohol legt, freiwillig bis nahezu zur Trockne verdampfen läfst und dann Wasser zusetzt. Nach einiger Zeit scheiden sich Piperinnadeln ab (gelingt nicht immer). Legt man einen Schnitt in konzentrierte Schwefelsäure, so färben sich sämtliche Piperinzellen des Endosperms und auch die der Fruchtschale, besonders die innere Ölschicht (Fig. 11, 5), tief blutrot, die Inhalte der gleichen Zellen werden durch konzentrierte Salpetersäure unter Gasblasenentwickelung orangegelb, durch Fröhde's Reagenz erst orangerot, dann braun. Befeuchtet man jedoch den Schnitt mit Ammonmolybdat und fügt dann konzentrierte Schwefelsäure hinzu, so werden die Piperinzellen erst rot, dann tief blau und endlich braun. Eisessig löst den Inhalt. Alles Reaktionen des Piperins.

Der Inhalt der Ölzellen des Perisperms stimmt mit dem der Ölzellen der Fruchtschale überein. In beiden kristallisieren, wenn man die frischen Früchte in Sublimat einlegt, zahlreiche Drusen aus (Fig. 18). Wie das Sekret entsteht, kann ich nicht sicher angeben, da ich frische Früchte daraufhin nicht untersucht habe. Wenn es erlaubt ist, aus Sublimat- und Alkoholmaterial Schlüsse zu ziehen, so möchte ich auch hier die Entstehung des Sekretes in der Membran annehmen, denn man findet oft Bilder wie Fig. 19 (und Fig. 11 und 13, *oez*), bei denen die innere Haut sichtbar ist (vergl. S. 100).

Die an die Intercellularsubstanz angrenzende Membranlamelle ist verkorkt, wie dies bei allen Ölzellen der Fall zu sein scheint (Angew. Anatomie, S. 475).

In der inneren mehligen Partie des Perisperms, die die centrale Höhle umgiebt, ist die Stärke weniger dicht in den Zellen gelagert, die Körner sind daher auch nicht so scharfkantig, sondern abgerundet. Sie liegen locker in den Zellen gehäuft. Man kann daher auch hier, wie beim Mais, ein Hornendosperm und ein Mehlendosperm unterscheiden. Auch hier hat das Hornendosperm eine peripherische Lage.

Das im Pfeffer gefundene Fett scheint ausschliefslich im Endosperm vorzukommen.

Piper album.

Der weifse Pfeffer ist die ausgereifte Frucht, welche auf mechanischem Wege von den äufseren Teilen der Fruchtschale befreit worden ist. Beseitigt ist die Fruchtschale bis zu der in der Fig. 11 mit X-----X bezeichneten Linie. Dort ist ja, wie oben angegeben, das Gewebe so lückig, dafs es sehr leicht gerade hier reifsen wird. In der That genügt beim reifen Pfeffer ein Druck mit dem Finger, um die äufsere Partie abzusprengen. Die Gefäfsbündel sind beim weifsen Pfeffer noch erhalten. Sie überziehen als zarte Längsstreifen die Oberfläche und vereinigen sich an der Fruchtbasis. Aufser diesen bildet die ölführende Schicht und das sie umgebende Gewebe die Oberfläche des weifsen Pfeffers. Schabt man mit dem Fingernagel die obere, graue, mürbe Schicht ab, so tritt durch die Sclereidenschicht durchscheinend die braune Farbe der Pigmentschicht hervor.

Die reife Pfefferfrucht ist zinnoberrot. Die Chromatophoren liegen im äufseren Parenchym.

Das Pulver.

Das Pulver des schwarzen Pfeffers ist leicht an den zahlreichen eckigen, meist gestreckten, aus den Zellen in toto herausgelösten Stärkeinhalten der Perispermzellen (Fig. 16), sowie den zahlreichen, sehr kleinen, isolierten Stärkekörnern (Fig. 17), untermischt mit sehr kleinen Piperinnadeln (Polarisationsmikroskop!), zu erkennen. Dazwischen finden sich Sclereiden der Schicht 2 (Fig. 11) isoliert (Fig. 15) oder zu Fetzen vereinigt (Fig. 12, 2). Seltener schon sind Stücke der Epidermis (Fig. 12, 1), sowie der inneren Sclereidenschicht (Fig. 12, 7) aufzufinden, leicht dagegen Stücke der Fruchtschalgefäfsbündel mit den zarten Spiralgefäfsen (Fig. 12, 4). Man präpariert in Chloral oder hellt die braunen Gewebsfragmente mit kalter Schultzescher Macerationsflüssigkeit (Angew. Anatomie, S. 25) auf.

Die Perispermzellen prävalieren durchaus und geben dem Bilde das charakteristische Aussehn.

Die Pigmentschicht, sowie die übrigen Schichten (3, 5, 6, 8a, 9) kommen diagnostisch nicht in Betracht.

Das Pulver zeigt alle Piperinreaktionen (siehe oben) vortrefflich.

Das Pulver des weifsen Pfeffers stimmt mit dem des schwarzen ganz überein, nur fehlt natürlich die Epidermis der Fruchtschale (Fig. 12, 1) und die äufsere Sclereidenschicht (Fig. 12, 2) gänzlich (doch fand ich bisweilen einige Reste davon), dagegen tritt die innere Sclereidenschicht sicher deutlich hervor.

Eine Beimengung der Fruchtstandspindel (Fig. 14) ist leicht zu ermitteln. Die zahlreichen Bastzellen der Gefäfsbündel, sowie die grofsen, bis 30 mik weiten Gefäfse und die Haare (Fig. 5) reichen zur Erkennung aus, da echte Bastzellen und Haare der Pfefferfrucht ganz fehlen und die Gefäfse nie diese Weite erreichen.

Das Pfefferpulver unterliegt aufserordentlich der Verfälschung. Die wichtigsten der in Betracht kommenden Verfälschungen werden auf besonderen Tafeln dargestellt werden.

Beobachtet wurden folgende Fälschungsmittel: Stärke, Mehle, Reiskleie, Kolbenhirsenspelzen, Piment, Nufsschalen, Senf, Ölkuchen (Mandel, Lein, Raps, Erdnufs), Palmkerne, Dattelkerne, Olivenkerne (Pepperette, Poivrette), Paradieskörner, die Frucht von Juniperus comm. und Schinus molle, Galgant, Eicheln, Sägespäne, Holzpulver, Rindenpulver, sowie mineralische Pulver (Kalk, Gips, Sand, Schwerspat). Die organischen sind mit Hülfe des Mikroskopes, die anorganischen durch eine Aschebestimmung zu ermitteln. Der Aschegehalt beträgt 3,2—5,7 Proc.

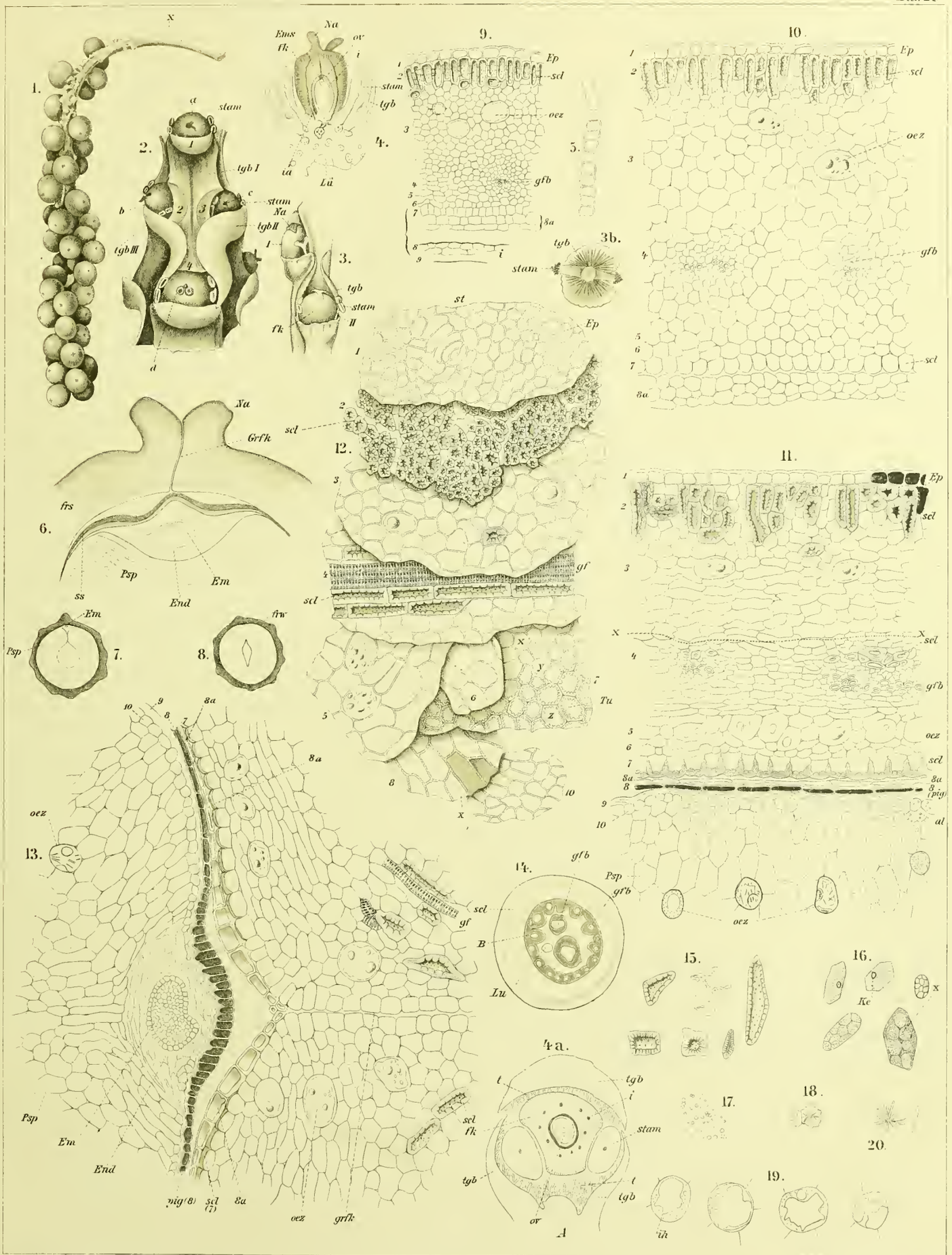
Tafel 25.

Erklärung der Abbildungen.

Piper nigrum L.

Fig. 1. Fruchtähre des Pfeffers.
„ 2. Blüten derselben mit den Tragblättern (*tgb*).
„ 3. Dasselbe in anderer Orientierung.
„ 3b. Ein Tragblattbecher von oben gesehen, nach dem Herauslösen der Frucht.
„ 4. Schematischer Längsschnitt durch eine Blüte. *Ems*, Embryosack.
„ 4a. Schematischer Querschnitt durch eine Blüte.
„ 5. Ein Haar von der Innenseite der Tragblätter.
„ 6. Spitze einer jungen Frucht. Schematischer Längsschnitt.
„ 7. Längsschnitt durch die Frucht (Lupenbild).
„ 8. Querschnitt durch die Frucht (Lupenbild).
„ 9. Querschnitt durch die Fruchtknotenwand und das Integument des Ovulums (*i*).
„ 10. Querschnitt durch die Wand einer jungen Frucht.
„ 11. Querschnitt durch die Fruchtwand, Samenschale und das Perisperm einer nahezu reifen Frucht (schwarzer Handelspfeffer). Die punktierte Linie × - - - - - - - × giebt an, an welcher Stelle die äufsere Fruchtwand behufs Darstellung des weifsen Pfeffers abgelöst wird.
Fig. 12. Flächenansichten der einzelnen Schichten von Fig. 11. Die kleinen Zahlen (1—10) in Fig. 9—12 bezeichnen die korrespondierenden Gewebe.
„ 13. Längsschnitt durch die Spitze des Samens und den Griffelkanal.
„ 14. Schematischer Querschnitt durch die Fruchtstandspindel bei ×, Fig. 1.
„ 15. Isolierte Sclereiden und deren Fragmente der Schicht 2 und 7, aus dem Pulver.
„ 16. Isolierte Stärkezellen des Perisperms aus dem Pulver. Bei × ein zusammengesetztes Stärkekorn.
„ 17. Isolierte Stärkekörner.
„ 18. Kristallrosetten aus in Sublimat konserviertem frischen Material.
„ 19. Ölzellen, die die Bildung des Öles (und Piperins) in der Zellwand veranschaulichen.
„ 20. Piperinkristalle aus den Ölzellen (vergl. auch *oez* in Fig. 11 und 13).

Piper.



Druck von Oscar Brandstetter, Leipzig.
Louis Gerstner, lithograph. Anst. Leipzig

Rhiz. zingiberis.

Ingwer. Rhizome de Gingembre. Ginger.

Das Rhizom von Zingiber officinale Roscoe ist ein Sympodium, und zwar meist eine Schraubel. Auch die sekundären und tertiären Verzweigungen sind meist sympodiale. Es findet also dauernd Übergipfelung statt. Doch findet man an den Verzweigungen höherer Ordnung auch razemös entstehende Seitensprosse.

Folgende beiden in Fig. 1 und 2 illustrierten Fälle können als typische gelten. Bei dem in Fig. 1 dargestellten, von mir in Java ausgegrabenen Rhizome ist der hintere Teil (*o*) abgestorben und entleert, stark geschrumpft und leicht abzulösen. Er läuft in eine Spitze aus, die ehemals Vegetationsorgane trug (Fig. 1 bei *o*). In der Achsel eines der oberen Blätter ist nun ein Seitensprofs entstanden, der in die ebenfalls Vegetationsorgane tragende Spitze *I* ausläuft. Dieser Seitensprofs von *o* wird nun zum Hauptsprofs, indem er *o* übergipfelt. Er zeigt 7 manschettenartig ringsum laufende Niederblätter, die so schmal sind, dafs sie nur wie Leisten erscheinen (*Nbl*, Fig. 1). In der Achsel des obersten dieser Blätter entspringt der *I* übergipfelnde Sprofs *II*, in den Achseln anderer Niederblätter aber die übrigen Verzweigungen. Hierbei erscheint die Unterseite des Rhizoms entschieden gefördert. Denn während die in den Achseln der Niederblätter 2 und 3 entspringenden Auszweigungen nur als kurze Höcker (*I*, rechts) erscheinen, ist der in der Achsel des sechsten Blattes entspringende Seitensprofs auf der morphologischen Unterseite des Rhizoms, die bei der Zeichnung (aus Rücksicht auf den Raum) nach links gelegt ist, mächtig entwickelt (*I*, links), hat auf der morphologischen Unterseite in der Achsel seines sechsten Blattes einen mittelgrofsen, aus der Achsel seines vierten Blattes einen grofsen, Sprofs *I*, übergipfelnden, Seitensprofs $I_{,,}$ und auf der morphologischen Oberseite drei kleine Knospen entwickelt. Ja, der die sympodiale Verzweigungsweise der Hauptachse wiederholende (also den Sprofs *I*, übergipfelnde), in der Achsel des Blattes 4 entspringende Seitensprofs hat schon wieder Auszweigungen angelegt, deren oberste die sympodiale Übergipfelung fortzusetzen sich anschickt, während die Knospe der morphologischen Oberseite ($I_{,,,}$ rechts) wie bei den Sprossen erster und zweiter Ordnung klein blieb. Der ganze Seitensprofs *I*, mit allen seinen Verzweigungen erfährt dabei eine bogenförmige Umkrümmung nach oben, gegen die Hauptachse hin.

Der Sprofs *I* übergipfelnde Sprofs *II* endet wieder mit einer Gipfelknospe, zeigt wieder auf der Oberseite nur einige kleine Knospen ($II_{,}$), auf der Unterseite aber einen in der Achsel des sechsten Blattes entspringenden, stark geförderten Seitensprofs (*II*, oben) mit zwei unteren Seitensprossen ($II_{,,}$) und einem *II*, übergipfelnden oberen Seitensprofse ($II_{,,}$ oben). Auf der morphologischen Oberseite von Sprofs *II*, (oben) finden sich wieder drei kleine (in der Zeichnung nicht sichtbare) Knöspchen.

Der Sprofs *II* übergipfelnde Sprofs *III* entspringt ziemlich tief, in der Achsel des fünften Blattes. Er trägt auf der Oberseite eine kleine Knospe und auf der Unterseite einen gröfseren Seitensprofs ($III_{,}$) mit einer Seitenknospe.

Der in der Achsel des obersten Blattes entspringende Seitensprofs von *III* übergipfelt bereits *III*, wird also zu *IV*. Er würde bei weiterer Entwickelung des Rhizoms die Verzweigung fortgesetzt haben.

Die Förderung der Verzweigungen auf der morphologischen Unterseite ist also eine ausgesprochene: Nicht nur die übergipfelnden Seitensprosse, sondern auch alle anderen, sich kräftig entwickelnden entspringen auf der Unterseite. Das Schema (Fig. 2) läfst dies auf den ersten Blick erkennen.

Aber noch eine andere Eigentümlichkeit tritt hervor: die bilaterale Anordnung der Verzweigungen. Niemals entstehen an anderen Stellen als nur an den beiden opponierten Seiten (oben und unten) Seitensprosse. Fig. 1 und 2 entsprechen den Typen, wie man sie in dem halb geschälten Bengalen- und Westafrika-Ingwer findet. Die ganz geschälten Ingwersorten, z. B. der Kotschin-Ingwer, unterscheiden sich etwas von diesem Typ. Sie sind mehr gestreckt und schmäler, die Internodien länger (Fig. 3 und 4). Das „Geweihartige“ kommt bei ihnen deshalb oft in noch prägnanterer Form zum Ausdrucke, wie bei den halb geschälten Sorten, auch pflegen sie mehr Internodien zu enthalten wie die letzteren. Der Verzweigungsmodus ist aber ganz derselbe (Fig. 3 und 4), und auch die einseitige Förderung der Verzweigungen der Unterseite tritt ebenso wie die Bilateralität in der Anordnung der Seitensprosse sehr deutlich hervor.

Ein für Zingiber charakteristisches Merkmal ist die Schmalheit der Rindenschicht und der relative Reichtum derselben an Bündeln.

Bedeckt ist das Rhizom mit einer Epidermis (*Ep*, Fig. 6 und 10), deren niedrige Zellen, von der Fläche gesehen, isodiametrisch erscheinen (Fig. 10, *Ep*). Unter der Epidermis liegt ein mehrreihiges, übrigens verschieden breites, parenchymatisches Hypoderm (*hd*, Fig. 6 und 10), und dann folgt ein etwa 6—20reihiger Kork, aus dünnwandigen Korkzellen bestehend.

Das Rindengewebe besteht aus dünnwandigem, stärkeführendem Parenchym, in dem zahlreiche Ölzellen liegen (*oez*, Fig. 6 und 7); die Zahl derselben ist hier nicht wesentlich gröfser als in dem Centralgewebe. Am zahlreichsten sind die Ölzellen an den Vegetationspunkten, dort, wo neue Knospen angelegt werden und unter diesen, eine Eigentümlichkeit, die auch anderwärts (z. B. bei Curcuma) zu beobachten ist und die deutlich erkennen läfst, dafs das ätherische Öl hier nicht als ein Sekret in dem Sinne zu betrachten ist, dafs es ein nutzloses Neben- und Abfallprodukt des Stoffwechsels darstellt. Es besitzt sicher einen biologischen Nutzen, wahrscheinlich Schutz der zarten Vegetationspunkte gegen Tierfrafs oder dergl. Die Ölzellen werden zu einer Zeit reichlich angelegt, wo die Pflanze eine grofse Menge Kohlenstoff zur Produktion neuer Zellen braucht. Die Ölbildung scheint ganz in der gleichen Weise wie bei Curcuma (Taf. 24) zu erfolgen. Die Ölzellen, die eine verkorkte Membranlamelle führen (Angew. Anatomie S. 475), enthalten ein gelbgefärbtes ätherisches Öl oder — in der Droge — einen gelblichen Harzklumpen. Den gelben Farbstoff als Curcumin anzusprechen, lag nahe. In der That stimmen auch einige Reaktionen damit übercin, andere jedoch, wie z. B. das Verhalten gegen Schwefelsäure (Ingwerpulver, mit konz. Schwefelsäure behandelt, wird erst rotbraun, dann nach einiger Zeit schmutzig blau), stimmen nicht auf Curcumin. Nur diesen Ölzellen kommt der scharfe Geschmack der Droge zu. Sie sind so grofs oder etwas kleiner als die Grundgewebszellen. Das parenchymatische Grundgewebe enthält reichlich Stärke.

Die Stärkekörner (Fig. 12) sind leicht von denen der Curcuma, Galanga und Zedoaria zu unterscheiden. Sie sind zwar auch linsenförmig, aber dicker (Fig. 12 bei *x*) und viel breiter, so dafs die meisten Körner, obgleich sie dem Curcumatypus angehören, fast rundlich erscheinen. Der Endnabel ist stark abgeflacht, ein seitlicher Nabel fehlt meist, ist aber doch dann und wann vorhanden (Fig. 12), Schichtung ist selten deutlich. Die Länge der Körner beträgt meist 13 bis 32 mik. Sie sind also kleiner als die von Zedoaria.

Aufser Stärke findet man in den Grundgewebszellen noch kleine, vereinzelte Kalkoxalatkriställchen, doch mufs man meist das Polarisationsmikroskop zu Hilfe nehmen, um sie deutlich zu sehen. Schwefelsäure bewirkt, trotz der geringen Zahl der Kristalle, starke Gipsnadelbildung.

Die Endodermis, welche den Centralcylinder von der Rinde trennt, ist relativ grofszellig (Fig. 8, *ed*). Ihre Zellen sind verkorkt.

Die Ölzellen und das Grundparenchym des Centralzylinders gleichen denen der Rinde.

Die zahlreichen kleinen, scheinbar regellos über den Querschnitt verteilten Gefäfsbündel sind kollateral gebaut (Fig. 7, 8 und 9), auffallend arm an Gefäfsen. Ihr Siebteil liegt bald rechts, bald links, bald vor, bald hinter dem Gefäfsteile. Sie drehen sich nämlich im Verlaufe. Die Gefäfse sind meist netzleistenartig verdickt (Fig. 11, *gf*), selten spiralig, die Siebröhren deutlich. Unmittelbar angrenzend an die Gefäfse und, wie es scheint, dem Gefäfsteil angehörend, findet man auch beim Ingwer dieselben eigentümlichen gestreckten, unverkorkten Sekretzellen (Fig. 14), die schon bei Curcuma erwähnt wurden. Dieselben sind gestreckt, zugespitzt oder abgestutzt, mit braunem Inhalte versehen. Man sieht sie auf den Querschnitten deutlich (Fig. 8 und 9, *scb*), noch viel deutlicher aber auf Längsschnitten, wo sie als isolierte braune Plättchen die Gefäfse begleiten oder bedecken und auf den ersten Blick auffallen.

Bescheidet werden die Gefäfsbündel ein- oder zwei- oder allseitig, namentlich im Centralzylinder, von mehr oder weniger individuenreichen Bastzellbelegen. Die Bastzellen (*B*, Fig 9 und 11) sind nicht eben sehr lang (einige isolierte mafsen 0,56—0,9 mm), zugespitzt oder knorrig an den Enden und stets relativ dünnwandig. Bisweilen zeigen sie Querwände (Fig. 11 und 15 bei *x*). Die Tüpfel sind linksschief, spaltenförmig, die Wand gelblich, schwach verholzt. Die grofse Zahl der mit Bastfasern bescheideten Bündel bedingt den grobfaserigen Bruch des Ingwerrhizoms. Besonders im Centralzylinder tritt derselbe deutlich hervor.

Der Gefäfsbündelverlauf ist folgender. In der Rinde verläuft zunächst ein ziemlich einfaches Netz von Bündeln. Dieselben laufen ziemlich gerade von oben nach unten und stehen unter sich durch schiefe Queranastomosen in Verbindung (Fig. 13, *R*). Gewöhnlich sind 2 oder 3 (seltener 4) solcher, nahezu parallel miteinander verlaufender Netze vorhanden. Man sieht daher auf dem Lupenbilde 2 oder 3 undeutliche lockere Bündelkreise (Fig. 5). Es stehen nun nicht nur die Bündel bei diesen 3 Netzen untereinander in anastomosierender Verbindung, sondern auch die Netze selbst sind miteinander verbunden. Hier und da tritt dann auch ein Bündel dieses Netzes nahezu horizontal in den Centralzylinder ein, und zwar durch eine Lücke der Endodermis (bei *x*, Fig. 5). Das Bündel verläuft dann im Centralzylinder wie bei Curcuma beschrieben. An das Rindenbündelnetz setzen sich auch die Bündel der Niederblätter an, die schräg nach innen laufend auf das äufsere Rindenbündelnetz treffen. Die der Endodermis anliegenden Bündel verlaufen, wie ein Tangentialschnitt durch die endodermale Region zeigt (Fig. 13, *Mit*), aufserordentlich unregelmäfsig, kreuz und quer, doch immerhin mit ausgesprochener Vertikaltendenz. Auf Rhizomquerschnitten findet man daher hier oft Bündellängsschnitte neben Querschnitten und schiefen Längsschnitten.

Bei den nach Europa kommenden Ingwersorten findet immer eine Schälung statt. Die Bengalensorte ist halb geschält, die Cochin- und Jamaikasorte ganz geschält. Erstere zeigt Schälung auf den flachen Seiten (Fig. 5, *z—z*), aber dort auch nur in der Mitte, so dafs ein verhältnismäfsig kleiner Teil des Korkes entfernt ist. Aufser dem Korke ist nur ein sehr kleiner Teil der Rinde durch das Schälen beseitigt (Fig. 5). Die ganz

geschälten Sorten (Fig. 3) sind weifs. Bei ihnen ist die Schälung bis ziemlich tief in die Rinde hinein geführt, doch niemals bis zur Endodermis. Es unterliegt keinem Zweifel, dafs namentlich die völlige Entfernung des Korkes der Droge schadet. Denn den ganz geschälten mangelt der Korkschutz und sie werden daher ihr ätherisches Öl leichter verlieren, als die mit Kork ganz oder teilweise bedeckten. Aus diesem Grunde, nicht weil durch das Schälen besonders ölreiche Schichten entfernt werden, ist von demselben abzuraten.

Dorthin, wo die Knospen sitzen oder wo Seitensprosse (die ausgetriebenen Knospen) sich entwickelt haben, ist das Centralgewebe ausgestülpt und die Endodermis des Hauptsprosses setzt sich demgemäfs direkt an die des Seitensprosses an, der Centralzylinder der Hauptsprosse geht unmittelbar in den der Seitensprosse über. Die Knospen bestehen aus einem flachen Vegetationskegel und wenigen kappenförmigen Blättern. Unmittelbar neben ihnen endet das Periderm. Ich fand sie oft rot gefärbt.

Die Niederblattnarben (*Nbl*, Fig. 1) sind nur als Ringhöcker sichtbar, in die sich besonders das Hypoderm (*hd*, Fig. 6) fortsetzt. Die Blattnarbe ist verkorkt und überwallt.

Die Wurzeln fehlen der Droge stets, auch an ungeschälter oder halb geschälter findet man selbst die Reste derselben kaum noch, nur die Narben sind sichtbar (Fig. 1). An frischem Material liefs sich feststellen, dafs das centrale Bündel polyarch ist. Ich zählte oft 15—20 Gefäfsstrahlen und ebenso viele Siebinseln. Im Centrum liegt ein grofser centraler Libriformcylinder. Nicht eben sehr zahlreiche Ölzellen finden sich in der Rinde und der subepidermalen Zellreihe. Zahlreiche Wurzelhaare entwickeln sich aus der Epidermis.

Das Pulver.

Im Pulver prävalieren die Stärkekörner, deren Form und Gröfse charakteristisch ist. In dem mit Chloral aufgehellten Präparate findet man dann, nachdem die Stärke verkleistert ist, leicht auch die übrigen Gewebselemente: Korkfetzen (besonders wie Fig. 10, *k*), verkorkte Ölzellen mit hellgelben Öl- (bezw. Harz-) Klumpen, Gefäfsfragmente, die deutlich Netzleistenverdickung zeigen (Fig. 11), und ganz besonders die charakteristischen dünnwandigen Bastfasern, die nicht selten vollständig oder fast vollständig erhalten sind (Fig. 15) und bald geradkegelförmige, bald mehr oder weniger knorrige Enden haben. Die Breite der Gefäfse beträgt 35—65 mik (selten mehr, bis 105 mik), die der Bastfasern 15—45 mik. Das Parenchym ist zu zahlreichen kleinen Fragmenten zertrümmert. Auch die die Gefäfse begleitenden gestreckten braunen Sekretzellen (Fig. 14) findet man da und dort.

Eine Verfälschung des Ingwer mit Stärke oder Mehl (von Cerealien und Leguminosen), Curcuma, Ölkuchen (von Lein, Senf, Raps) oder Mandelkleie ist mikroskopisch leicht, eine Beimischung von Kreide oder Gips chemisch nachzuweisen. Die Asche beträgt 3,5—5 Proc.

Tafel 26.

Erklärung der Abbildungen.

Zingiber officinale Rosc.

Fig. 1. Ingwerrhizom, in Java gegraben; die Zahlen *I*, *II*, *III*, *IV*, bezw. $I_{,}$, $II_{,,}$, $III_{,,,}$ veranschaulichen den Verzweigungsgrad, *o* ist der abgestorbene vorjährige Trieb. *Nbl* Niederblattnarben.

„ 2. Verzweigungsschema des in Fig. 1 dargestellten Rhizoms.

„ 3. Geschälter Kotschiningwer, Handelsmuster.
Die zarte Längsstreifung der Oberfläche ist bedingt durch die Gefäfsbündel der Rinde, die durch das Schälen freigelegt wurden.

„ 4. Verzweigungsschema des in Fig. 3 dargestellten Rhizoms.

„ 5. Lupenbild des Rhizomquerschnittes einer halbgeschälten Sorte.

„ 6. Querschnitt durch die Randpartie des Rhizoms.

„ 7. Querschnitt durch einen Teil der Rinde des Rhizoms.

Fig. 8. Querschnitt durch die endodermale Partie des Rhizoms.

„ 9. Querschnitt durch die centrale Rhizompartie.

„ 10. Succedane Flächenschnitte durch Epidermis, Hypoderm und Kork.

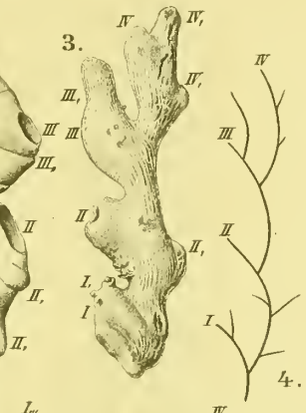
„ 11. Längsschnitt durch eine Partie eines Bündels des Centralzylinders.

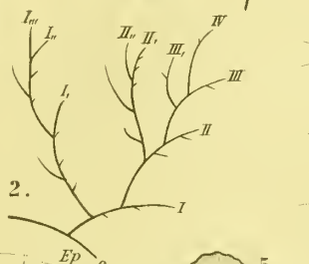
„ 12. Stärkekörner.

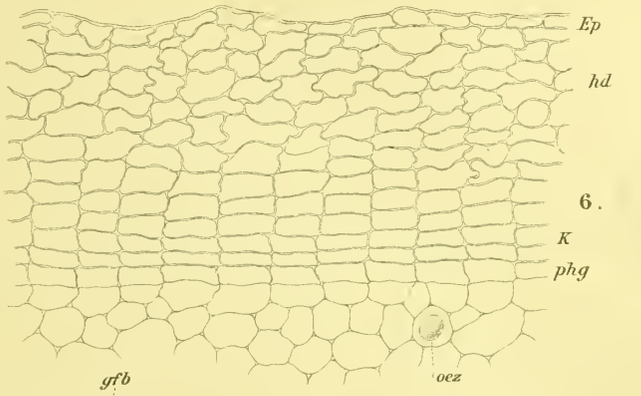
„ 13. Gefäfsbündelverlauf im Rhizom:
Mit: Flächenansicht der endodermalen Partie.
R: Radialer Längsschnitt durch die Rindenpartie.

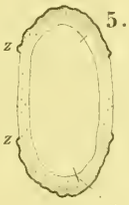
„ 14. Unverkorkte, die Gefäfse begleitende Sekretzellen, isoliert.

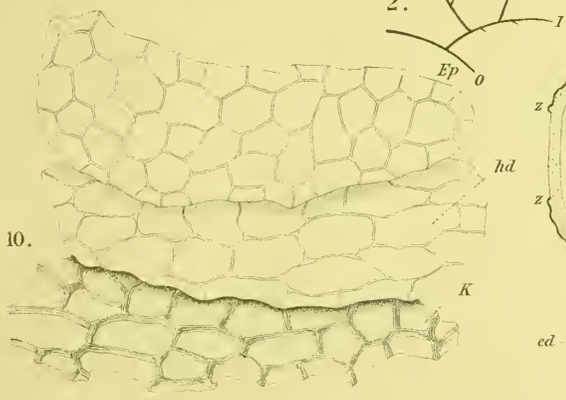
„ 15. Bastfasern aus dem Bastzellbeleg, isoliert.

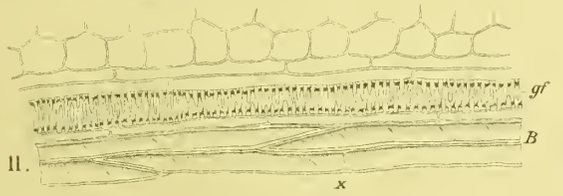


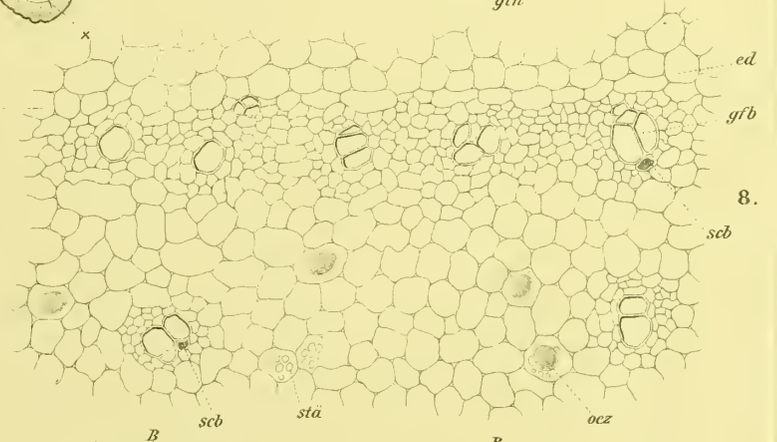


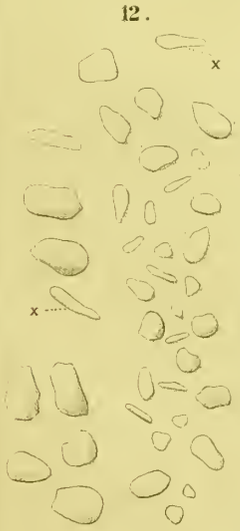


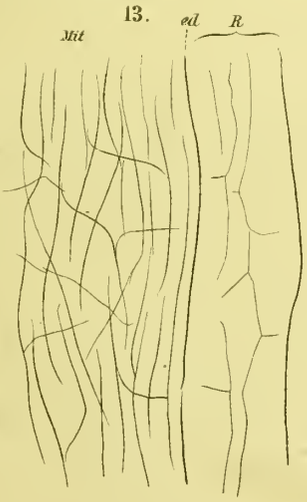


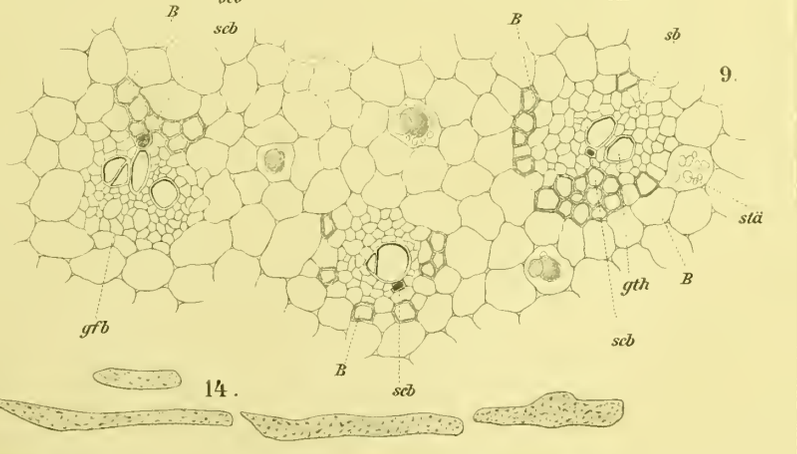












Druck v C Kirst, Leipzig

Louis Gerstner, lithogr Anst., Leipzig-R

Lignum Santali rubr.

Rotes Santelholz, Caliaturholz, Bois de Santal rouge, Red Sanders wood.

Das rote Santelholz ist das Kernholz der Stämme von Pterocarpus santalinus L. fil., dem Splint nicht beigemengt zu sein pflegt.

Die Kernholzbildung ist ein Vorgang, der ganz analog der Schutzholzbildung verläuft und mit der Ausschaltung der davon ergriffenen Holzpartien aus dem Saftverkehre endet (Angew. Anatomie, S. 423). Während in dem Siebteile der Rinde die Ausschaltung in der Weise erfolgt, dafs die ihres Inhaltes verlustig gegangenen Siebröhren und Kambiformzellen der Obliteration anheimfallen (Angew. Anatomie, S. 337), findet im Holzkörper wegen der derben Beschaffenheit der Zellwände, die eine Obliteration nicht zuläfst, Verstopfung der Lumina durch Gummi oder Harz oder beides statt. Dieses „Kerngummi“ oder „Kernharz“ ist oftmals gefärbt. Mit der Färbung der Ausfüllungspfropfen geht alsdann meist auch eine solche der Membranen Hand in Hand, deren Bedeutung für die Verstopfung der betreffenden Holzpartien unmittelbar nicht ersichtlich ist, vielleicht aber darin ihre Erklärung findet, dafs derartig infiltrierte Membranen schlechter leiten als nicht infiltrierte. Aus allen Vorgängen, die sich im Kernholze abspielen, geht also die Tendenz zur Herstellung grofser oder absoluter Unwegsamkeit für Wasser oder wässerige Lösungen hervor. Während der Splint farblos und wegsam ist, seine Zellen weder gefärbt noch verstopft sind, ist das Kernholz gefärbt und die Elemente desselben sind mit Gummi und Harz verstopft. Gerade diese Eigenschaften machen ja das Kernholz zahlreicher Bäume als Farbholz (Santel, Campeche, Fernambuk), als Kunstholz (Diospyros Ebenum) oder als harzreiches Arzneimittel (Guajac) wertvoll. Quantitativ pflegt das Kernholz, dessen Bildung nur bei den leicht kernfaul werdenden Splintbäumen unterbleibt, die Hauptmasse des Querschnittes auszumachen, das ganze Centrum auszufüllen. Der Splint bildet meist nur einen schmalen Saum. Nur in diesem wandert das Wasser und die Nährsalze aus den Wurzeln zu den Blättern. Das in der Thatsache, dafs vom Kambium sehr viel mehr Zellen nach innen zum Holzkörper abgeschieden werden als nach aufsen zur Rinde, liegende Mifsverhältnis zwischen Holz- und Rindenbahn wird also später durch die Kernholzbildung wieder ausgeglichen. Auch in einem dicken Stamme von Pterocarpus ist die Holzbahn nicht viel breiter als die Rindenbahn. Für die Pflanze hat das aus dem Saftverkehre ausgeschaltete Kernholz nur noch mechanische Bedeutung, diese zu erfüllen ist es aber hervorragend befähigt, denn es besteht überwiegend aus mechanischen Elementen, aus Libriform.

Der Bau des Kernholzes von Pterocarpus santalinus, das eine blutrote, frische Spaltfläche besitzt, schwer, dicht und leicht spaltbar, an der Spaltungsfläche grobfaserig (mit schief verlaufenden Fasern) und aufsen braunrot, beim Befeuchten braunschwarz ist, ist folgender.

Das Lupenbild (Fig. 1) läfst zunächst die auffallend grofsen, hellrötlichen Gefäfsöffnungen (*gf*) erkennen, an die sich tangential verlaufende, ebenfalls hellrötliche, zarte wellenförmige Linien anschliefsen. Diese Linien, die die Gefäfsöffnungen umschliefsen und oft miteinander verbinden (*hp*), sind die Holzparenchymbänder. Sie sind es auch, die eine hier allerdings sehr undeutliche Jahrringbildung vortäuschen. Echte Jahresringe fehlen dem Santelholze, wie allen anderen tropischen Hölzern. Denn da in den Tropen eine Periodicität des Klimas im eigentlichen Sinne nicht zu beobachten ist, fehlen auch die Vorbedingungen zur Jahrringbildung. Aufserordentlich zarte, wohl mit der Lupe am matten (nicht polierten) Querschnitte, nicht aber mit blofsem Auge sichtbare Markstrahlen durchziehen in radialer Richtung den Holzkörper (*mk*, Fig. 1), besonders das Libriform, dessen Grundfarbe ein tiefes braunrot ist, von dem sich die Gefäfse und Holzparenchymstreifen, da viel heller gefärbt, deutlich abheben. Das Santelholz läfst sich gut schneiden, wenn man es einige Tage in verdünntes Glyzerin legt und dann in Wasser überträgt (das Wasser nimmt blaugrüne Fluoreszenz an).

Die Hauptmasse des Holzkörpers bildet das Libriform, die mechanischen Elemente des Holzes (Angew. Anatomie, S. 297). Die Zellen des Libriforms sind sehr lang. Ihre Wand ist gleichmässig verdickt. Die Dicke der Wand beträgt überall 3,5—4 mik. Nur selten zeigt eine dieser Libriformzellen im ganzen Verlaufe die gleiche Breite, Regel ist vielmehr, dafs sie sich allmählich verschmälern, ja bisweilen so schmal werden, dafs (bei gleichbleibender Wanddicke) das Lumen nur als feine Linie sichtbar ist. So kommt es, dafs man auf dem Querschnitte neben weitlumigen, oft in Radialreihen angeordneten Libriformzellen (Fig. 2, *x*) Gruppen und Streifen englumigen

Libriforms findet (Fig. 2, *y*), obwohl es weder ein nur weitlumiges, noch ein nur englumiges Libriform giebt. Da nun die verdickten und verdünnten Stellen nicht regelmäfsig, symmetrisch und alternierend, sondern unregelmäfsig angeordnet sind, so kommt schon dadurch der schiefe Verlauf der Fasern, von dem oben die Rede war und der besonders auf der Radialfläche deutlich ist, zu stande; vermehrt wird derselbe alsdann noch durch geschlängelten Verlauf der Fasern. Die Libriformzellen sind alle auf den Radialwänden mit linksschiefen, spaltenförmigen Tüpfeln versehen, die bisweilen (wenn zwei Libriformzellen aneinander grenzen) gekreuzt erscheinen (Fig. 4, *lf*). Der Verschlufs des Libriforms wird durch Gummiharztropfen hervorgerufen, die sich hauptsächlich in dem verengten Teile finden und dort das Lumen oft ganz ausfüllen (Fig. 5), bisweilen wie eine Jamin'sche Kette (Fig. 5, *a* u. *b*).

Begleitet wird das Libriform von Kristallkammerfasern (*km* in Fig. 2, 3, 4), die aus bisweilen ziemlich zahlreichen (20 und mehr) übereinander stehenden, kurzen, quadratischen Zellen bestehen und beiderseits mit einer kegelförmigen Zelle spitz endigen. Diese Kristallkammerfasern finden sich entweder im Libriform oder am Rande desselben — ein sehr häufiger Fall (Fig. 4) — oder als Begleiter der Markstrahlen (Fig. 3), nur selten inmitten der Holzparenchymbänder. Ihre Gestalt ist auf dem radialen und tangentialen Längsschnitte die gleiche. Sie sehen aus wie sekundäre Markstrahlen im tangentialen Längsschnitte (vergl. Fig. 3 u. 4). Die monosymmetrischen Kalkoxalatkristalle stecken in einer Membrantasche. Es ist ja nichts Auffallendes, dafs ebenso wie andere Sekrete auch das Kalkoxalat gewissermafsen in der Membran entsteht. Wahrscheinlich ist die bei den Kalkoxalatkristallen auch anderwärts zu beobachtende Haut nichts anderes als eine Ausstülpung der innersten Membranlamelle und der die Kristalle so oft begleitende Schleim, die „kristallogene Schicht". Hier ist die Membrantasche für gewöhnlich sehr gut zu beobachten. Entweder ragt sie frei in den Zellraum hinein (Fig. 10 u. 12), oder sie ist auf beiden Seiten angeheftet (Fig. 11), so dafs man den Eindruck einer Zelle in der Zelle erhält.

Die Gefäfse sind nicht sehr zahlreich und liegen sehr zerstreut, sind aber sehr grofs. Solche von 300—350 mik im Durchmesser sind keine Seltenheit. Man sieht sie daher schon mit blofsem Auge als grofse Öffnungen. Meist liegen sie isoliert, doch findet man sie auch bisweilen zu Gruppen vereinigt (Fig. 2). Ihre Wand ist behöft getüpfelt. Ihre Glieder sind kurz. Entweder ist ihr Lumen ganz erfüllt von dem Sekret (*sc*), dem Kerngummi (Fig. 2, links), das aufserordentlich spröde ist, oder es ragen vereinzelte Tropfen in dasselbe hinein (Fig. 2, rechts). Ein Tracheidensaum fehlt den Gefäfsen. Ihr Verlauf ist kein gerader.

Das Holzparenchym (*hp* in Fig. 2, 3 u. 4) besteht aus kurzen, weiten, dickwandigen, getüpfelten Zellen, deren Enden entweder horizontal abgestutzt (Fig. 4) oder zugespitzt (Fig. 3) oder an einer Seite abgestutzt, an der anderen zugespitzt sind (Fig. 9), die also Übergänge zu den Ersatzfasern zeigen. Die zahlreichen ovalen oder rundlichen, einfachen Tüpfel liegen vornehmlich an den Radialwänden, sowie an der oberen und unteren Wand. Die Holzparenchymbänder verbinden einerseits Markstrahl mit Markstrahl, andererseits Gefäfse und Markstrahlen. Sie stellen also die Kommunikation zwischen den leitenden Elementen des Holzes her, durch das Libriform hindurch. Auch in den Holzparenchymzellen findet man an der Wand ansitzend die tröpfchenartigen Kerngummi- und Kernharzausscheidungen (Fig. 7).

Die sekundären Markstrahlen, die den Holzkörper in radialer Richtung durchziehen, sind einreihig und 5—10, meist 8 oder 9 Zellen hoch. Die Breite der Zellen beträgt 15—25 mik. Sie sind stark radial gestreckt und auf den Tangential- und Radialwänden getüpfelt (Fig. 4 u. 8). Sie enthalten reichlich Kerngummitropfen. Auf dem radialen Längsschnitte erscheinen die Markstrahlen als Mauerparenchym (Fig. 4, *mk*), auf dem tangentialen länglich-oval, beiderseits zugespitzt (Fig. 3, *mk*).

Das Kerngummi bezw. Kernharz findet sich, wie aus obigem hervorgeht, in allen Elementen des Kernholzes, doch verstopft es nur die lange kontinuierliche Längsbahnen bildenden Gefäfse und Libriformfasern an bestimmten Stellen vollständig und verschliefst dieselben daselbst hermetisch (Fig. 2 u. 5). Die übrigen Elemente: Holzparenchym und Markstrahlen, die keine Längsbahnen darstellen und von denen die ersteren nur Inseln im Gewebe, die letzteren radiale Querbahnen bilden, führen nur isolierte Tropfen (Fig. 7 u. 8). Gerade diese aber lassen die Entstehungsgeschichte des Kerngummiharzes erkennen (Fig. 7). Was zunächst die chemische Natur der Ausfüllungen betrifft, so ist zu bemerken, dafs dieselben hier in drei Formen vorkommen: als reines Gummi, als reines Harz und als Gemenge beider. Das Gummi ist in Alkohol gar nicht, das Harz leicht darin löslich, und das Gummiharz wird in der Weise durch Alkohol verändert, dafs nach der Behandlung ein vakuoliges Balkennetz zurückbleibt. Die Frage, ob die Ausfüllungen Inhaltsstoffe bezw. von den Nachbarzellen ausgeschiedene Tropfen sind, ist nicht ganz leicht zu entscheiden. Findet man aber günstige Stellen und behandelt man die Längsschnitte mit Schultzescher Macerationsflüssigkeit kurze Zeit in der Kälte, so kann man feststellen, dafs auch hier das Sekret in der Membran entsteht. Die zu innerst gegen das Lumen der Zelle hin liegende sehr dünne Membranlamelle, die man auch hier als „innere Haut" (Fig. 6, *ih*) bezeichnen kann, wird nämlich abgehoben und zwischen ihr und der folgenden, vollständig intakt bleibenden Membranschicht entsteht das Sekret. Man kann die innere Haut an besonders günstigen Stellen auch dort sehen, wo sie in der Nähe der Tropfen nur schwach abgehoben ist (bei *x* in Fig. 6 u. 8). Folge dieser Entstehungsweise ist, dafs die Tropfen von der sehr zarten inneren Haut bedeckt sind und diese beim Herauslösen des Sekretes zurückbleibt. Diese Haut kann man sich dadurch sichtbar machen, dafs man den Schnitt kurze Zeit in kaltes Schultzesches Gemisch ($KClO_3 + HNO_3$) legt und nach dem Auswaschen Chloral zufliefsen läfst. Fliefsen mehrere Tropfen zusammen, wie dies z. B. bei den zu Verschlufspfropfen werdenden, an korrespondierenden, gegenüberliegenden Punkten entstehenden geschieht, so kann man bis-

weilen auch hier noch die die beiden Tropfen trennende innere Haut sehen (Fig. 8), meist jedoch fliefsen sie zu einem mehr oder weniger homogenen Pfropfen zusammen (Fig. 5). Das Kerngummiharz ist also kein Produkt einer Membranmetamorphose, wohl aber entsteht es wie alle Sekrete in der Membran.

Die Membranen aller Zellen sind wie das Sekret tief-orangegelb bis orangerot gefärbt. Der Farbstoff löst sich zum Teil in Alkohol, doch ist es nicht möglich, mit Alkohol das Gewebe zu entfärben, wohl aber gelingt dies mit Chlorallösung. Es scheint neben einem roten Farbstoffe (Santalin) auch noch ein gelber im Santelholze vorzukommen.

Das Pulver.

Da die Libriformfasern die Hauptmasse des Holzkörpers ausmachen, so ist es erklärlich, dafs Fragmente des Libriforms auch im Pulver prävalieren. Gefäfsfragmente treten ganz in den Hintergrund, wohl aber sind Markstrahlen und Holzparenchym da und dort deutlich. Mit Schwefelsäure erhält man Gipsnadeln, jedoch nur langsam, da die Oxalatkristalle in Taschen sitzen. Alkohol löst das Santalin mit roter Farbe. Bezüglich der weiteren Reaktionen ist die Tabelle beim Crocus (S. 93) zu vergleichen.

Lignum Fernambuci.

Fernambukholz, roter Fernambuk, Brasilienholz, brasilianisch Rotholz, Bois de Brésil.

Das Fernambukholz ist das Kernholz der Stämme von Guilandina echinata Spr. (Caesalpinia echinata Lam.).

Das Lupenbild des tief-rotbraunen, harten, schweren, feinfaserigen, geradfaserigen, atlasglänzenden, den Speichel rot färbenden Holzes zeigt sehr zahlreiche und dicht gestellte, oft zu kleinen Gruppen vereinigte helle Gefäfsporen, die von kleinen, keine Tangentialstreckung zeigenden Holzparenchymgruppen umgeben sind. Zarte (mit blofsem Auge nicht sichtbare, mit der Lupe aber deutlicher wie beim Santel hervortretende) helle Markstrahlen durchziehen das Holz in radialer Richtung. Die Grundfarbe des Holzes ist tief-rotbraun. Die beim Fernambuk ziemlich deutlich hervortretenden breiten jahrringartigen Zonen sind weder Jahresringe, noch werden sie wie beim Santel von Holzparenchymbändern hervorgerufen, sie entstehen vielmehr dadurch, dafs in bestimmten Zonen die hellen Gefäfsporen ganz fehlen oder locker stehen. Diese Stellen erscheinen dann dunkler als das benachbarte Gewebe und täuschen so einen Jahrring vor (Fig. 13).

Der Holzkörper besteht aus Libriform (Hauptbestandteil), Holzparenchym und Gefäfsen. Er wird von Markstrahlen durchzogen.

Die Gefäfse sind beim Fernambuk sehr zahlreich, aber nicht sehr weit. Ihre Weite beträgt 35—127 (meist 110 bis 125) mik. Sie liegen entweder einzeln oder sind zu mehrgliedrigen, radial gestellten Gruppen vereinigt (Fig. 14). Ihre Wand ist stets behöft-getüpfelt. Ihre Glieder sind relativ lang (Fig. 17). Sehr charakteristisch sind die Verschlufspfröpfe ausgebildet, deren Entstehung man in allen Phasen verfolgen kann. Zuerst treten auch hier scheinbar Tropfen an der Membran auf. Wie beim Santel so sind es aber auch hier keine eigentlichen Tropfen, sondern Bildungen der Membran. Die innerste Lamelle derselben wird nämlich abgehoben, und zwischen ihr und der übrigen Wand entsteht das Sekret, das also, wie alle übrigen Sekrete, eine Bildung der Membran ist. Viel besser als beim Santel ist hier bei dem Fernambukholze die den Tropfen bedeckende zarte Haut, die ich auch hier als „innere Haut“ bezeichnen werde, besonders nach Behandeln mit Chloral, wahrzunehmen (*ih* in Fig. 15 u. 17). Dieselbe liegt dem Tropfen dicht auf und ist auch oft noch ein ganzes Stück weit vom Tropfen entfernt gut wahrzunehmen (Fig. 17, links). Die Substanz dieser anfangs kegelförmig in das Lumen des Gefäfses hineinragenden festen und spröden Zapfen ist vorwiegend Gummi, dem ein Farbstoff und wohl auch „Harz“ beigemengt ist. In Alkohol und Chloral sind sie nur zum Teil löslich, Chloral läfst eine körnige Gummimasse zurück. Die weitere Entwickelung der Zapfen geht nun in der Weise vor sich, dafs sie sich, wenn sie die gegenüberliegende Wand erreicht haben und diese berühren, dort fest anlegen und breit drücken (Fig. 17), auf diese Weise einen hermetischen Verschlufs erzeugend. Es kommt wohl aber auch vor, dafs zwei einander gegenüberliegende Zapfen sich in der Mitte vereinigen, der Verschlufspfropfen also aus zwei Zapfen entstanden ist. Alsdann sieht man eine Trennungslinie auf dem Querschnitte (Fig. 14, links oben). Immer aber wird schliefslich das Gefäfs durch zahlreiche, in gewissen Abständen gebildete Pfropfen hermetisch verschlossen. Es giebt kaum ein schöneres Beispiel, den Kerngummiverschlufs der Gefäfse zu demonstrieren, als das Fernambukholz.

Rings um die Gefäfse liegt gewöhnlich, wenn dieselben nicht an Markstrahlen grenzen, ein Kranz von Zellen, die bisweilen behöfte Tüpfel (meist jedoch einfache ovale oder rundliche) und immer eine sehr dicke Wand besitzen, übrigens meist kurz oder doch wenig gestreckt erscheinen (Fig. 18). Sie als Tracheidensaum anzusprechen liegt nahe. Doch bilden sie eher ein Übergangsglied echter Tracheiden zu Holzparenchymzellen. In der That folgt auf dieselben gestrecktes Holzparenchym (Fig. 16 u. 19), und dieses geht alsdann allmählich in gestreckte, lange, relativ dünnwandige Zellen über (Fig. 20), deren Enden entweder gerade abgestutzt oder zugeschärft oder verbogen oder gegabelt sind (Fig. 20) und die stets linksschiefe Spaltentüpfel besitzen, also zu den Ersatzfasern zu rechnen sind (*Er*, Fig. 16). Auch Zellen, die oben Ersatzfasern, unten Libri-

form sind (Fig. 20a), finden sich hier. Dann folgt ziemlich unvermittelt das Libriform. Die sogenannten Holzparenchymbänder, die als relativ schmale Bänder die Gefäfse untereinander und mit den Markstrahlen verbinden, enthalten also beim Fernambuk viel weniger als beim Santel typisches Holzparenchym.

Das Libriform besteht aus sehr langen Zellen mit kegelförmigen Enden (Fig. 21), sehr dicker (oft 8 mik messender) Wand und engem, mit rotbraunem Sekret erfülltem Lumen (*lf*, in Fig. 15 u. 16). Sie streichen gerade vertikal und besitzen stets spaltenförmige, steil linksschief gestellte Tüpfel.

Wir finden also beim Fernambuk einen ganz allmählichen Übergang von den Tracheen zu dem Holzparenchym und von diesem über die Ersatzfasern zum Libriform.

Das Libriform wird da und dort, seltener als beim Santelholz, von meist sehr langen Kristallkammerfasern durchzogen. Auch in den Holzparenchymbändern finden sich dergleichen (Fig. 16, *km*), und auch die Markstrahlzellen sind bisweilen kristallführend (Fig. 16, *kr*). Die Kristalle entstehen in eigentümlichen Membrantaschen, ganz ähnlich wie die Kristalle des Santelholzes (s. oben).

Die sekundären Markstrahlen sind 10—24 (meist 18 bis 22) Zellen hoch (Fig. 15) und 1—3 Zellen breit (Fig. 14). Sie bieten das bekannte Bild: im radialen Längsschnitt mauerförmig (Fig. 16), im tangentialen gestreckt, beiderseits zugespitzt (Fig. 15); bisweilen führen sie Kristalle, meist auch partielle Ausfüllungen mit Kerngummi. Bezüglich der Reaktionen des Farbstoffes, des (aus dem farblosen Chromogene, dem Brasilin $C_{16}H_{14}O_5$, entstehenden) roten Brasileins $C_{16}H_{12}O_5$, ist die Tabelle beim Crocus (S. 93) zu vergleichen.

Das Pulver.

Das Pulver besteht vorwiegend aus Fragmenten der meist 15—18 mik breiten, teils gelben, teils roten Libriformfasern und deren Bündeln, dazwischen finden sich zahlreiche Fragmente von getüpfelten Gefäfswänden, einige Kerngummipfropfen, sowie reichlich Holzparenchym (Fig. 19) und Übergangsformen (Fig. 18 u. 20), auch Kristallkammerfasern, bisweilen völlig intakt (mit beiden zugespitzten Enden), sind zu finden, sowie herausgefallene Kristalle. Die Markstrahlen sind meist in radialer Längsansicht zu sehen. Chloral löst den Farbstoff mit roter Farbe und läfst nach dem Auswaschen alle Verhältnisse deutlicher hervortreten.

Tafel 27.

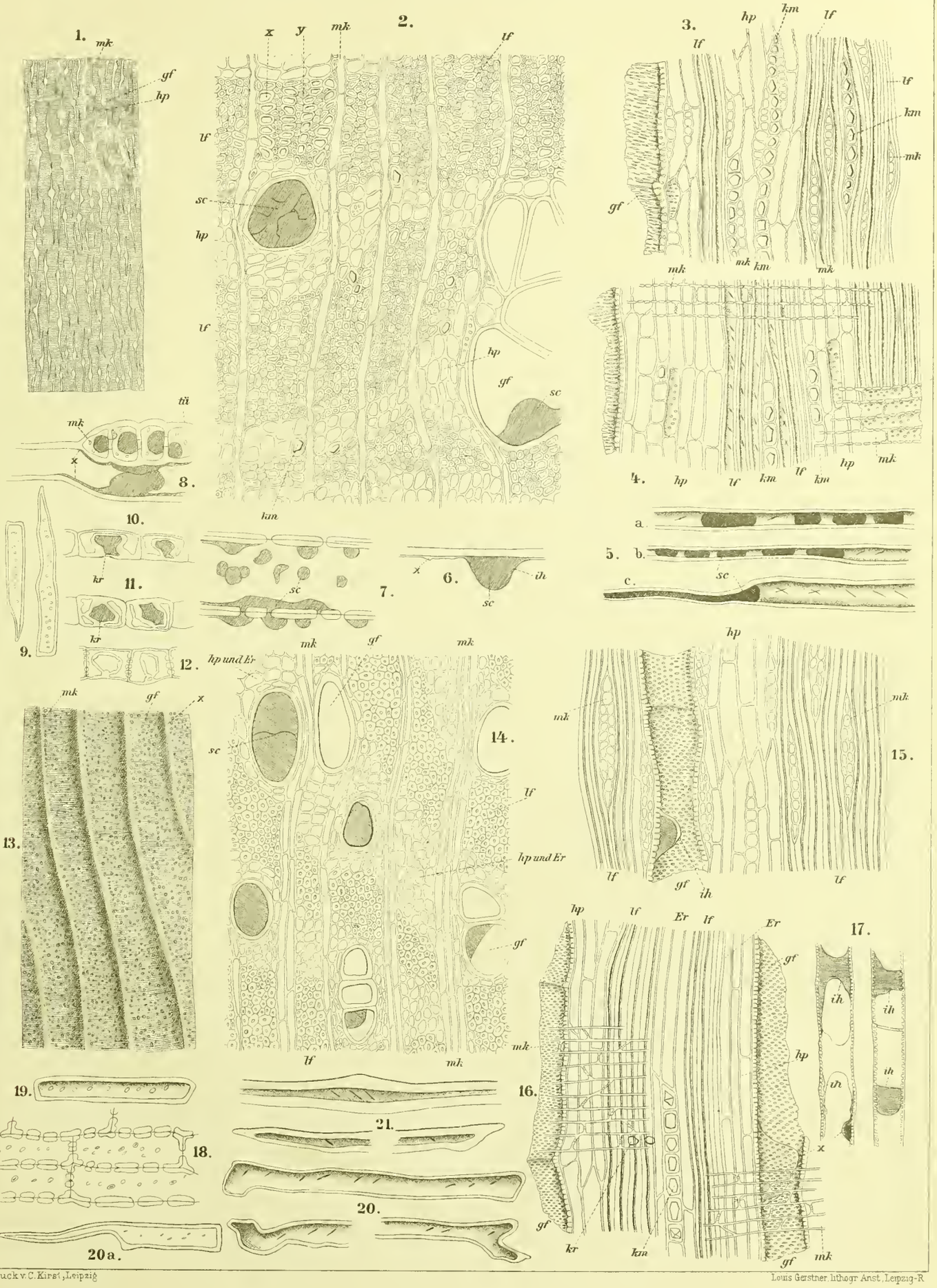
Erklärung der Abbildungen.

Lignum Santali rubr.

Fig. 1. Lupenbild des Querschnittes des roten Santelholzes.
„ 2. Querschnitt durch das Kernholz von Pterocarpus santalinus. *se* Ausfüllungen der Gefäfse (Kerngummiharz). *lf* Libriform.
„ 3. Tangentialer Längsschnitt } durch das Santelholz.
„ 4. Radialer „ }
„ 5. Libriform mit Ausfüllungen von Kerngummiharz.
„ 6. Kerngummitropfen, der Wand ansitzend. *ih* innere Haut.
„ 7. Kerngummitropfen im Holzparenchym.
„ 8. Kerngummitropfen im Markstrahl und einer benachbarten Librifermzelle.
„ 9. Holzparenchym.
„ 10—12. Kristallzellen aus einer Kristallkammerfaser. Die Kristalle (*kr*) in Membrantaschen.

Lignum Fernambuci.

Fig. 13. Lupenbild des Fernambukholz-Querschnittes.
„ 14. Querschnitt durch das Kernholz von Caesalpinia echinata (Fernambuk).
„ 15. Tangentialer Längsschnitt } durch das Fernambukholz.
„ 16. Radialer „ }
„ 17. Isolierte Gefäfse mit Kerngummipfropfen.
„ 18. Holzparenchym aus der Umgebung der Gefäfse.
„ 19. Holzparenchym.
„ 20. Ersatzfasern.
„ 20a. Oben Ersatzfaser, unten Libriform.
„ 21. Libriform.



Druck v. C. Kirst, Leipzig

Louis Gerstner, lithogr. Anst., Leipzig-R

Caricae.

Feigen, Figues, Figs.

Die Feigen des Handels sind die Fruchtstände der kultivierten Feigenbäume, Ficus Carica L.

Die Blüten- bezw. Fruchtstände (Blütenbecher) entstehen im typischen Falle zu zweit in der Achsel eines Laubblattes (Fig. 17, *Tgb*), und zwar als seitliche Bildungen an dem axillaren Laubknöspchen (*kn*) und sind alsdann zunächst von der hinfälligen Stipulartute (*sp*) des Tragblattes (*Tgb*) umhüllt. Für gewöhnlich wird jedoch nur ein Fruchtstand entwickelt und der zweite verharrt im Stadium einer kurzen Knospe. Jeder Fruchtstand ist von einem Involukrum behüllt, welches auch an der reifen Feige noch gut erhalten ist und aus 3 schuppenartigen Blättern besteht (Fig. 4. a, b). Die nach aufsen gestellten (Fig. 1, 4 u. 17, *a*) sind als die Deckblätter der Blütenstände (die Vorblätter des Achselknöspchens [*kn*]), die beiden anderen (*b*) als die Vorblätter des Blütenstandes selbst zu betraehten. Durchschneidet man das ganze in der Laubblattachsel befindliche Gebilde median-längs (Fig. 1), so findet man neben der in der Mitte liegenden Knospe (*kn*) auf der einen Seite den sich entwickelnden Blütenstand (*B*), auf der anderen den rudimentär bleibenden (B_1). Das Ganze ist behüllt von den Vorblättern der Knospe (*a*), die an der Spitze oft in einen spitzen Zipfel auslaufen. An dem Blütenstande *B* ist auch Vorblatt *b* deutlich erkennbar.

Der Blütenstand wird als eine flache Schale angelegt, deren Boden eben (Fig. 1, bei *B*) und die auf einem breiten Stiele emporgehoben ist. An dem Schalenrande sitzen zahlreiche kegelförmige Zipfol, die oft nach unten gebogen erscheinen (*z* in Fig. 1). Es sind dies die Gebilde, die später zu den Schuppen heranwachsen, welche dic Krugöffnung des reifen Fruchtstandes oben verschliefsen (*z* in Fig. 4). Diese Verschlufsschuppen werden früher angelegt als die Blüten. Auf dem Boden der Schale entstehen die Blüten als kegelige Höcker (Fig. 2). Alsbald streckt sich auch der Schalenrand nach oben (Fig. 3) und es entsteht nun zunächst eine tiefe Schale mit hohem Rande. Je weiter der Blütenstand in seiner Entwickelung fortschreitet, um so tiefer wird die Schale. Endlich wird sie zum Kruge. Bei einer 1,5 cm langen Frucht, bei der die Blüten schon so weit entwickelt sind, dafs man alle Teile deutlich erkennt und dieselben bereits eine Länge von 0,5 mm erlangt haben, hat die Infloreszenz bereits deutliche Krugform angenommen und die terminale Öffnung ist bereits durch wohl entwickelte Schuppen verschlossen. Die letzteren sind jedoch noch so angeordnet, dafs nur die innersten und untersten nach unten geneigt erscheinen, die mittleren horizontal, die obersten kegelförmig nach oben gerichtet sind. Diese Anordnung bleibt bis zur Reife erhalten und der unreife Fruchtstand der Feige ist geradezu an dieser, die Krugöffnung mützchenartig überragenden Schuppenkappe kenntlich, die offenbar den Zweck hat, die Insekten vom Besuche der nur noch unentwickelte Blüten enthaltenden Infloreszenzen abzuhalten. Die Krugöffnung liegt für gewöhnlich nicht ganz in der Mitte, sondern ist meist etwas seitlich angeordnet. Diese seitliche Lage der Krugöffnung tritt ganz besonders bei jungen Fruchtständen deutlich hervor, bei den reifen ist sie etwas verwischt oder gar nicht mehr deutlich (Fig. 4).

Da zuerst die grundständigen Blüten entstehen, dann centrifugal die übrigen bei fortdauerndem Auftreten neuer Anlagen zwischen den früheren, so kann der Blütenstand als eine Cyma aufgefafst werden, bei der sämmtliche Achsen zu einem Kuchen verschmolzen sind, der sich konkav krugförmig zusammengeschlossen hat und sämtliche Blüten auf der Innenseite trägt.

Die Blüten sind diklin, und wenn sie monoecisch sind, dann pflegen männliche und weibliche Blüten in einer Infloreszenz derartig vereinigt zu sein, dafs die männlichen in der Nähe des Ostiolums, der Krugöffnung (oben), liegen (etwa bei ×, Fig. 4) und an Zahl gering sind, die weiblichen Krugwand und Krugboden bedecken. So fand ich es wenigstens bei jungen Infloreszenzen mir frisch von Genua übersandter Feigen und denen eines in Bern kultivierten Exemplares. Bei der Droge und in anderen kultivierten Feigen konnte ich männliche Blüten nicht auffinden. Ob dies daran liegt, dafs sie bei der Droge bis zur Unkenntlichkeit im Mufse degenerieren oder ob sie wirklich fehlen oder nur rudimentär entwickelt sind, also vornehmlich nur weibliche (langgriffelige) Blüten vorhanden sind, ist mir auch heute noch — trotz zahlreicher Untersuchungen — fraglich. Jedenfalls überwiegen bei der Kulturfeige die weiblichen fruchtbaren, langgriffeligen Blüten weitaus. Bekanntlich findet man ja auch in den Handelsfeigen zahlreiche Früchte. Wahrscheinlich liegt die Sache so, dafs der Caprificus die männliche, die Kulturfeige die weibliche Pflanze darstellt, dafs jedoch in dieser letzteren bisweilen auch männliche Blüten vorkommen, wie in jener Gallenblüten (Fig. 10) die Regel bilden.

Die männlichen Blüten (Fig. 5 u. 7) zeigen meist keinerlei Reste des Fruchtknotens, sondern nur (meist 6) dem Kronenröhrenschlunde eingefügte Stamina, die grofse Antheren und kurze Filamente besitzen. Die Zahl der Korollenblätter wechselt, meist fand ich 4 (Fig. 5 u. 7). Dieselben decken sich dachziegelig und sind nicht selten schwach zerschlitzt. Bisweilen findet man an der Basis der übrigens meist langgestielten männlichen Blüten oder der Kronenröhre angewachsen deckblattartige Schuppen, die gleichfalls oft zerschlitzt erscheinen; der Regel nach eine, bisweilen aber auch zwei (Fig. 5, *D*). Die Basis des Blütenstieles ist häufig mit kurzen Haaren besetzt. Die männlichen Blüten sind stets gröfser und kräftiger als die weiblichen.

Die weiblichen Blüten besitzen zweierlei Form. Die einen sind langgriffelig, die anderen kurzgriffelig. Die langgriffeligen bilden bei der Handelsfeige die Mehrzahl oder sind ausschliefslich vorhanden. Sie besitzen einen ziemlich langen fädigen, an der Spitze in zwei meist ungleich lange Narbenschenkel gegabelten Griffel (Fig. 6), der so deutlich hervortritt, dafs das Innere der Krughöhlung oft mit einem zarten fädigen Geflechte überspannt zu sein scheint. Nicht selten kommt es übrigens vor, dafs an Stelle der gegabelten Griffel einfache lange, fädige, in ein peitschenartiges Ende auslaufende Griffel vorhanden sind, die sich oft verfilzen. Die kurzgriffeligen Blüten besitzen einen sehr kurzen, in zwei fast gleichlange Narbenschenkel auslaufenden dicken Griffel. Anfangs sitzt der Griffel der Mitte des Fruchtknotens auf. Bei weiterer Entwickelung der weiblichen Blüten wird er aber beiseite gedrückt und pflegt alsdann dem Fruchtknoten mehr oder weniger stark seitlich aufzusitzen, welch' letzterer an der, der Ansatzstelle entgegengesetzten Seite bauchig vorgewölbt erscheint (Fig. 6, 8 u. 10). Bei der kultivierten Feige sind kurzgriffelige Blüten sehr selten, die Mehrzahl gehört der langgriffeligen Form an. Die kurzgriffeligen Blüten sind sog. Gallenblüten. Sie bilden bei den Infloreszenzen des Caprificus die Regel. In sie wird von den Gallwespen (besonders Blastophaga grossorum Grav.) durch den kurzen Griffelkanal das Ei (Fig. 10) gelegt, das sich in der Fruchtknotenhöhle alsdann entwickelt. Die langgriffeligen sind Samenblüten. Bei ihnen entwickelt sich das Ovulum zum Samen. Gallenblüten finden sich, wie erwähnt, besonders beim wilden Feigenbaum (Caprificus), bei der Mamme enthalten die Blütenstände sogar nur solche, bei der Profichi männliche und Gallenblüten.

In der Regel sind die Blütenstände, sofern sie männliche und weibliche Blüten enthalten, protogyn, so dafs Befruchtung der ♀ Blüten durch den Pollen der männlichen desselben Blütenstandes ausgeschlossen erscheint. Die Übertragung des Pollens geschieht wohl stets durch Insekten, denen bei dem befruchtungsfähigen Blütenstande der Weg durch die alsdann vorwiegend nach unten gerichteten Verschlufszipfel (*z*, Fig. 2 u. 4) gezeigt wird. Bei den nur weibliche (langgriffelige) Blüten enthaltenden Infloreszenzen ist eine andere als Insektenbefruchtung überhaupt ausgeschlossen. Bei der Kulturfeige scheinen diese rein weiblichen Infloreszenzen zu überwiegen. Dafs die Insektenbefruchtung erfolgreich ist, zeigen die zahlreichen reifen Früchtchen, die man in der Handelsfeige findet — vorausgesetzt dafs man nicht Parthenogenesis annehmen will.

Die Zahl der Perigonzipfel der weiblichen Blüte scheint ziemlich zu schwanken, doch darf als Typus die Zahl 3 betrachtet werden (Fig. 6). Von diesen 3 Perigonzipfeln umschliefst der eine den geraden Teil des Fruchtknotens (die Rückenseite) kahnartig (Fig. 6, links), die beiden anderen umschliefsen in dachziegeliger Deckung den vorgewölbten Teil des Fruchtknotens (Fig. 6 u. 17a). Höhere Zahlen wie 3 sind bei den Perigonzipfeln ziemlich häufig, ich habe auch 5, 6, ja 12 beobachtet.

Das Perigon besteht nur aus wenigen lockeren Zellreihen (Fig. 18a). Die Epidermis ist beiderseits an der Aufsenwand sehr stark verdickt. Von Gefäfsbündeln wird das Perigon nicht durchzogen, wohl aber treten bisweilen Milchröhren in die Perigonzipfel ein (Fig. 12, *Mi*). Die Perigonzipfel sind oft zerschlitzt und häufig am Rande mit Haaren besetzt (Fig. 9). Im Blütenstiel verläuft ein centrales (Fig. 18), oft dreiteiliges Gefäfsbündel (Fig. 20, *gfb*), welches einen Ast zum Ovulum, einen zweiten, am entgegengesetzten Ende des Fruchtknotens, zum Griffel emporsendet (Fig. 17a u. 8).

Im Blütenstiel wie auch dem Perigon sind kleine Kalkoxalatdrusen häufig zu finden.

Die Fruchtknotenwand besteht aus folgenden Zellschichten. Die Epidermis besteht aus radial-gestreckten, an der Aufsenwand stark verdickten Zellen (Fig. 12, 1). Dann folgt ein kleinzelliges Gewebe (Fig. 12, 2), das an den Kanten breiter ist und in dem die beiden Bündel verlaufen. Die folgende Schicht (Fig. 12, 3) besteht aus quadratischen Zellen, die sehr frühzeitig als mit andersartigem Zellinhalte versehen sich markieren. Die innerste Schicht endlich besteht aus einer oder mehreren Reihen vorwiegend radial gestreckter Zellen (Fig. 12, 4). Aus dieser Fruchtknotenwand geht die Fruchtschale nun in der Weise hervor, dafs die Reihen 1 und 2 in parenchymatischem Zustande verbleiben, aus der Schicht 3 und 4 aber ein steinhartes Endokarp wird, welches sich in eine äufsere, aus dickwandigen quadratischen Zellen bestehende (Fig. 13 u. 15, 3) und eine innere von kurzen Sclereiden gebildete Schicht (Fig. 13 u. 15, 4) gliedert. Die Frucht ist also eine Drupa.

Löst man aus einer reifen Feige eins der bekannten gelben, rundlichen, ca. 2 mm langen, an der einen (der Eintrittsstelle des Funikularbündels entsprechenden) Seite genabelten, etwas von der Seite zusammengedrückten, an dem einen Ende dickeren Früchtchen (Fig. 11) heraus, so findet man, dafs die Schale nur aus den inneren Fruchtschalpartien besteht, die äufseren, parenchymatischen (1 u. 2) in dem allgemeinen Degenerationsprozesse sich vollständig abgelöst haben. Nur die innerste Zellreihe der Schicht 2 ist auf dem Fruchtschalquerschnitte in Form kurzer Seitenwandzapfen (Fig. 13, 2) auf dem Flächenschnitte als polyedrisches Parenchymnetz (Fig. 15, 2) wahrzunehmen. Die kurzen quadratischen Zellen der Schicht 3 heben sich nur wenig von den kurzen Sclereiden ab, die bald in einfacher, bald in doppelter, bald in dreifacher Reihe angetroffen werden und sehr dickwandig und reich getüpfelt sind. Die herausgelösten Früchte sind also nur mit der Hälfte der Fruchtschale bedeckt.

Das Ovulum ist anatrop hängend, schief inseriert (Fig. 8) und mit 2 Integumenten versehen, die gegen den Funiculus hin dick und fleischig, an der anderen Seite aber nur dünn sind. Die Zahl der Zellen wechselt daher (Fig. 12, 5). Übrigens fällt das gesamte Gewebe beider Integumente nährschichtartig zusammen und die Samenschale der reifen Samen, die der Fruchtschale eng anliegt (Fig. 16), besteht nur aus einer relativ schmalen gebräunten Schicht stark obliterierter, parenchymatischer Zellen (Fig. 14, 5).

Der Embryo des reifen Samen ist stark gekrümmt (Fig. 16). Die beiden Kotyledonen, Plumula und Radicula, sind deutlich. Das Endosperm (*End*, Fig. 16) ist nur spärlich entwickelt, umgiebt aber den Embryo ringsum.

In ihm und im Embryo findet sich reichlich fettes Öl und Aleuron. Die Körner des letzteren sind rundlich, im Endosperm meist 5—8 mik lang, aber bis 19 mik steigend, in Kotyledonen und Radicula viel kleiner, nicht selten nur 2 mik lang. In Alkohol betrachtet sieht man meist nur das grofse Kristalloid deutlich (Fig. 15a, 1), läfst man jedoch zu den über Nacht in Alkohol gehärteten Schnitten etwas Wasser zutreten, so bläht sich die Haut auf und neben oder um das Kristalloid werden die sehr kleinen Globoide sichtbar (Fig. 15a, 2); läfst man dann verdünntes Kali zufliefsen, so lösen sich das oder die Kristalloide und die Grundsubstanz und nur die sehr kleinen, oft nur 1 mik langen Globoide bleiben, häufig in Kranzform angeordnet (Fig. 15a, 3), übrig.

Das Rezeptakulum oder Hypanthium, der Fruchtboden (*Hp*, Fig. 4), bildet die Hauptmasse der Droge, seine fleischige Beschaffenheit bedingt den Charakter der Feige. Die Epidermis besteht aus kleinen, nahezu isodiametrischen Zellen mit dicker Seiten- und Aufsenwand (Fig. 21 u. 22, *Ep.* 1). An zahlreichen Stellen beobachtet man einzellige Haare oder deren Ansatzstellen, gegen die hin die Epidermiszellen mehr oder weniger strahlig angeordnet sind (Fig. 22, vergl. auch Angew. Anatomie Fig. 270). Diese Haare sind stets kegelförmig (*t*, Fig. 21 u. 22), bald sehr kurz, so dafs sie von oben gesehen wie ein kleiner innerer Kreis aussehen, bald etwas länger (Fig. 22), bald gestreckt, 200—300 mik lang (Fig. 21), stets mit bauchiger Basis versehen und dickwandig. Bisweilen ist Segmentierung zu beobachten. Spaltöffnungen (*st*, Fig. 21 u. 22) sind selten.

Unter der Epidermis liegt ein kleinzelliges dickwandiges Gewebe, in dem reichlich Chlorophyllkörner und Kalkoxalat in runden Drusen auftritt (Fig. 21 u. 22 2,), dann folgt die Schicht, in der vorwiegend die weiten Milchröhren (*Mi*, Fig. 21 u. 22) verlaufen (Schicht 3), die in nicht sehr grofser Zahl vom Infloreszenzstiel in das Rezeptakulum eintreten, hier aber sich auf das reichste verzweigen. Diese Milchröhren sind 15—45 (meist 20—30) mik weit, ziemlich dickwandig, oft sehr reich verzweigt (Fig. 11a), aber nicht untereinander anastomosierend, da sie zum Typus der einfachen Milchröhren gehören (Angew. Anatomie S. 528, Fig. 611). Sie sind am besten auf tangentialen Längsschnitten zu erkennen. Sie sind sowohl in dieser Zone wie innerhalb des äufseren Gefäfsbündelringes regellos verteilt, streichen zwar im allgemeinen von unten nach oben, zeigen jedoch so vielfache Ausbiegungen, dafs man auch auf Querschnitten häufig Längsansichten sieht. Sie enthalten in der unreifen Feige einen dünnflüssigen Milchsaft, in dem zahlreiche eckige oder rundliche Guttaperchakörner schwimmen und der einen unangenehmen Geschmack besitzt. Er tritt in Form grofser Tropfen aus der Wunde, wenn man die unreife Feige anschneidet. Gelangt die Feige zur Reife, färbt sich also die Aufsenseite durch Auftreten roten Zellsaftes in den Epidermiszellen rötlich, so verliert der Milchsaft infolge vollständiger Resorption des wässrigen Saftes seine Dünnflüssigkeit, beim Anschneiden tritt kein Milchsaft aus dem Blütenboden hervor und die Milchröhren enthalten nur jene schon erwähnten Guttakörnchen, bald einzeln, bald zu mehreren zusammengeflossen (Fig. 22, *Mi*, unten) oder in Form isolierter Pfropfen. Dafs diese Körnchen, die man in der Handelsfeige stets gut erhalten findet, aus Gutta bestehen, ergiebt sich aus ihrer Unlöslichkeit in allen Lösungsmitteln aufser in Chloroform. Im Milchsafte der unreifen Feige sind sie noch nicht als solide Guttakörnchen vorhanden, nur ihre Hülle besteht aus Gutta, ihr Inhalt ist in Alkohol löslich. Die Haut der Bläschen bleibt daher bei Behandeln derselben mit Alkohol als zarte Hülle zurück. Bei der reifen Feige sind es solide Körnchen, die oft so dicht liegen, dafs sie sich gegenseitig abplatten. Sie sind ca. 4 bis 7 mik grofs.

Innerhalb dieser äufseren Zone verlaufen alsdann ziemlich oberflächlich die Hauptbündel des Rezeptakulums (Fig. 4 u. 21, *gfb*), so oberflächlich, dafs man sie als Längsrippen auch bei der reifen Feige noch wohl erkennt. Es sind an der Basis etwa 20. Sie treten in Form eines im Querschnitt dreieckigen Gefäfsbündelcylinders vom Infloreszenzstiel in das Rezeptakulum ein und verteilen und gabeln sich in demselben und entsenden Zweige zu den einzelnen Blüten (Fig. 4). Sie sind ziemlich individuenreich und meist strahlig (Fig. 21), die Siebinseln liegen aufsen, die Gefäfsstrahlen konvergieren nach innen. Sie enthalten meist 15—20—22 mik weite Spiralgefäfse (Fig. 22). Auch Netzleistengefäfse finden sich da und dort.

Innerhalb dieses Gefäfsbündelkreises folgt ein bei der unreifen Feige schwammiges, sehr reich durchlüftetes, Oxalatdrusen führendes Gewebe (Fig. 19), das, da die Intercellularen Luft führen, weifs erscheint. Bei zunehmender Reife obliteriert dasselbe, indem gleichzeitig Zucker in den Zellen auftritt. Bei der reifen Feige ist es in seinen Einzelheiten nur undeutlich zu erkennen. Auch in diesem Gewebe verlaufen Milchröhren, aber in geringerer Zahl wie in der peripherischen Partie.

Die innere Epidermis ist nur bei der unreifen Feige deutlich zu erkennen. Sie besteht aus polyedrischen, bezw. mehr oder weniger gestreckten Zellen (Fig. 18 u. 20, *Ep*), zwischen denen zahlreiche Haare sitzen (Fig. 18 u. 20, *t*). Dieselben sind bei der unreifen Feige dünnwandig (Fig. 18, *t*), verdicken sich aber später noch, so dafs sie bei der reifen Feige ziemlich dickwandig sind. Bisweilen findet man auch an der Basis der Blütenstiele, die hier entspringen (Fig. 18), dergleichen Trichome. In der Droge sind sie fast stets im „Fruchtmufse“ aufzufinden.

Dieses „Fruchtmufs“, welches als orangegelbe hyaline Masse, in die die gelben Früchte eingebettet sind, das ganze Innere der Droge erfüllt, ist ein Gemisch von Pektin, Schleim, Zucker und den Resten der weiblichen Blüten. In der jungen Feige findet sich nur sehr wenig Zucker. Geht dieselbe der Reife entgegen, so kann man mit Hilfe von Kupfersulfat und Kali (Angew. Anatomie S. 27) zunächst in den Blüten und deren Stielen, dann auch im Rezeptakulum Traubenzucker nachweisen. Gleichzeitig werden die anfangs harten Fruchtstände weich. Die völlig reife Feige enthält in den Blüten sehr viel Traubenzucker, aber auch im Gewebe des Rezeptakulums entsteht ein reichlicher gelbroter Niederschlag von Cu_2O. Bei

der reifen getrockneten Feige des Handels ist das ganze Gewebe dermafsen mit Zucker durchtränkt, dafs derselbe selbst nach aufsen hin diffundiert und in charakteristischen Kristallen auf der Epidermis auskristallisiert (Fig. 14a). Gleichzeitig mit dem Auftreten des Zuckers in den Blüten und dem Rezeptakulum beobachtet man ein zunehmendes Weich- und Saftigwerden des Ganzen. Selbst die luftführenden Intercellularen der inneren Partien des Rezeptakulums füllen sich mit Flüssigkeit und das anfangs weifse Gewebe wird hyalin. Die Membranen der Zellen dieses nunmehr auch obliterierenden Gewebes färben sich mit Chlorzinkjod kaum blau. Sie unterliegen einer Pektinmetamorphose. Zugleich wird durch Verschleimen der ohnedies als Schleimmembran angelegten Aufsenmembran der Epidermiszellen am Rezeptakulum (innere Epidermis), Blütenstiel (Fig. 18 u. 20, *bst*), Fruchtschale (Fig. 12, 1) und Perigon (Fig. 12, *Per* u. 18a) das innere Gewebe dieser Organe freigelegt, das nun einer partiellen Pektinmetamorphose anheimfällt — niemals jedoch so stark, dafs man nicht, auch bei der Handelsware noch, die einzelnen Organteile, besonders die langen Griffel, die Bündel der Blütenstiele und die Perigonzipfel, (freilich aufser ersteren alle nur undeutlich) erkennen könnte. Die losgelöste Kuticula umgiebt dieselben als ein lockerer faltiger Sack. Der Zucker entstammt dem Zellinhalte, zum Teil wohl auch der Membran (denn der Zucker nimmt zu, während der Schleim schwindet), der Schleim der Epidermisaufsenwand, das Pektin den übrigen Gewebsmembranen, besonders wohl der Interzellularsubstanz. Auch die zwei äufseren Schichten der Fruchtschale (Fig. 12 u. 13, 1 u. 2) verfallen dem allgemeinen Degenerationsprozesse.

Die das Ostiolum verschliefsenden Schuppen sind dünne, von einem Bündel durchzogene Blättchen, die am Rande gezackt und ähnlich wie die Perigonzipfel (Fig. 9) mit Trichomen besetzt sind.

Der Feigenkaffee.

Geröstete und gemahlene Feigen (man nimmt dazu die schlechteren Sorten) kommen unter dem Namen Feigenkaffee als Kaffeesurrogat in den Handel. Dieser Feigenkaffee ist sowohl bei Betrachtung in Wasser, wie nach vorheriger Behandlung mit Schultzeschem Gemisch (nicht nötig und nicht zu empfehlen!) anatomisch leicht zu erkennen. Auf den ersten Blick erkennt man die Früchtchen, bei denen die Sclereidenschicht besonders charakteristisch hervortritt (Fig. 15, 4). Es empfiehlt sich, die dem Handelsprodukt beigemengten und ihm das charakteristische Aussehen verleihenden Früchtchen näher zu untersuchen (Querschnitte durch die Fruchtschale!), denn es ist vorgekommen, dafs unter dem Namen Feigenkaffee ein Gemisch von Cichorien und Cruciferensamen (Brassica; vergl. die Tafel Sinapis und die Ölsamen) in den Handel gebracht wurde. Schon die unregelmäfsige Form der Früchtchen (Fig. 11) ist übrigens für die Feige charakteristisch. In den die Früchtchen begleitenden Gewebsresten sind die Milchröhren leicht aufzufinden (Fig. 22, *Mi*), und gleichzeitig kann man feststellen, dafs sie meistens nicht unerheblich breiter sind als die Gefäfse (*gf* in Fig. 22), jedenfalls mindestens deren Breite besitzen: ein charakteristischer Unterschied des Feigenkaffees von der Cichorie, deren Milchröhren stets schmäler sind als die Gefäfse.

Auch Reste der ♀ Blüten (Fig. 6), besonders deren sehr dauerhafte Griffelenden, findet man in dem Feigenkaffee, die Perigonblätter sind wenig deutlich. Wohl aber findet man Fetzen der Epidermis des Hypanthiums (Fig. 22, 1) und die Haare besonders der Innenepidermis des Hypanthiums (Fig. 18, *t*). Die Parenchymmembranen sind alle gequollen (Pektinmetamorphose). Zahlreiche Oxalatdrusen sind deutlich — auch beim gebrannten Feigenkaffee.

Tafel 28.

Erklärung der Abbildungen.

Ficus Carica L.

Fig. 1. Längsschnitt durch eine junge Infloreszenzanlage in der Achsel eines Laubblattes. Die beiden Infloreszenzen B und B_1 sind als Seitensprosse der Achselknospe *kn* aufzufassen. Nur B entwickelt sich, B_1 geht meist zu Grunde. Fig. 17 giebt einen Grundrifs der beiden Infloreszenzen.

„ 2 u. 3. Junge Entwickelungsstadien der Infloreszenz mit der Anlage der Blüten (nach Peyer), *z* die späteren Verschlufsschuppen des Ostiolums.

„ 4. Längsschnitt durch eine reife Feige, mit langgriffeligen weiblichen Blüten (♀). *a* Deckblatt (wie in Fig. 1 u. 17), *b* Vorblatt (wie in Fig. 1 u. 17), *z* Verschlufsschuppen des Ostiolums.

„ 5. Männliche Blüte aus einer Feige von Genua (seltener Fall).

„ 6. Weibliche Blüte. Langgriffelige Samenblüte mit 3 Perigonblättern.

„ 7. Aufgeschnittene männliche Blüte.

„ 8. Längsschnitt durch den Fruchtknoten einer weiblichen Samenblüte.

„ 9. Perigonzipfelrand einer weiblichen Blüte.

„ 10. Kurzgriffelige Gallenblüte aus einem Caprificus mit dem Ei der Blastophaga.

„ 11. Frucht, herausgelöst (nur mit dem Endokarp bedeckt).

„ 11a. Milchröhre des Hypanthiums, isoliert.

„ 12. Querschnitt durch Fruchtknoten und Perigon (*Per*); die Zahlen 1—5 bezeichnen die korrespondierenden Gewebe in Fig. 12, 13, 14, 15 u. 16.

Fig. 13. Querschnitt durch das Endokarp der Fruchtschale, der Teil derselben, der allein die herausgelösten Früchte bedeckt.

„ 14. Querschnitt durch die Samenschale (*Ss*). End Endosperm.

„ 14a. Zuckerkristalle von der Aufsenseite der Feige, in Öl betrachtet.

„ 15. Flächenansicht des Endokarps der Fruchtschale (3 und 4) mit aufliegender innerster Schicht (2).

„ 15a. Aleuronkörner des Samens: 1. in Alkohol, 2. nach Wasserzusatz, 3. nach Zusatz von verdünntem Kali.

„ 16. Längsschnitt durch die Frucht mit dem reifen Samen. 3—4 Endokarp, 5 Samenschale.

„ 17. Grundrifs einer Doppelinfloreszenz in der Achsel eines Laubblattes (*Tyb*), vergl. Fig. 1. *sp* Nebenblatttute.

„ 17a. Querschnitt durch eine ♀ Blüte. *a*, *b*, *c* Perigonblätter, *fk* Fruchtknoten.

„ 18. Querschnitt durch den innersten Teil des Hypanthiums mit dem Ansatze einer Blüte (*bst*).

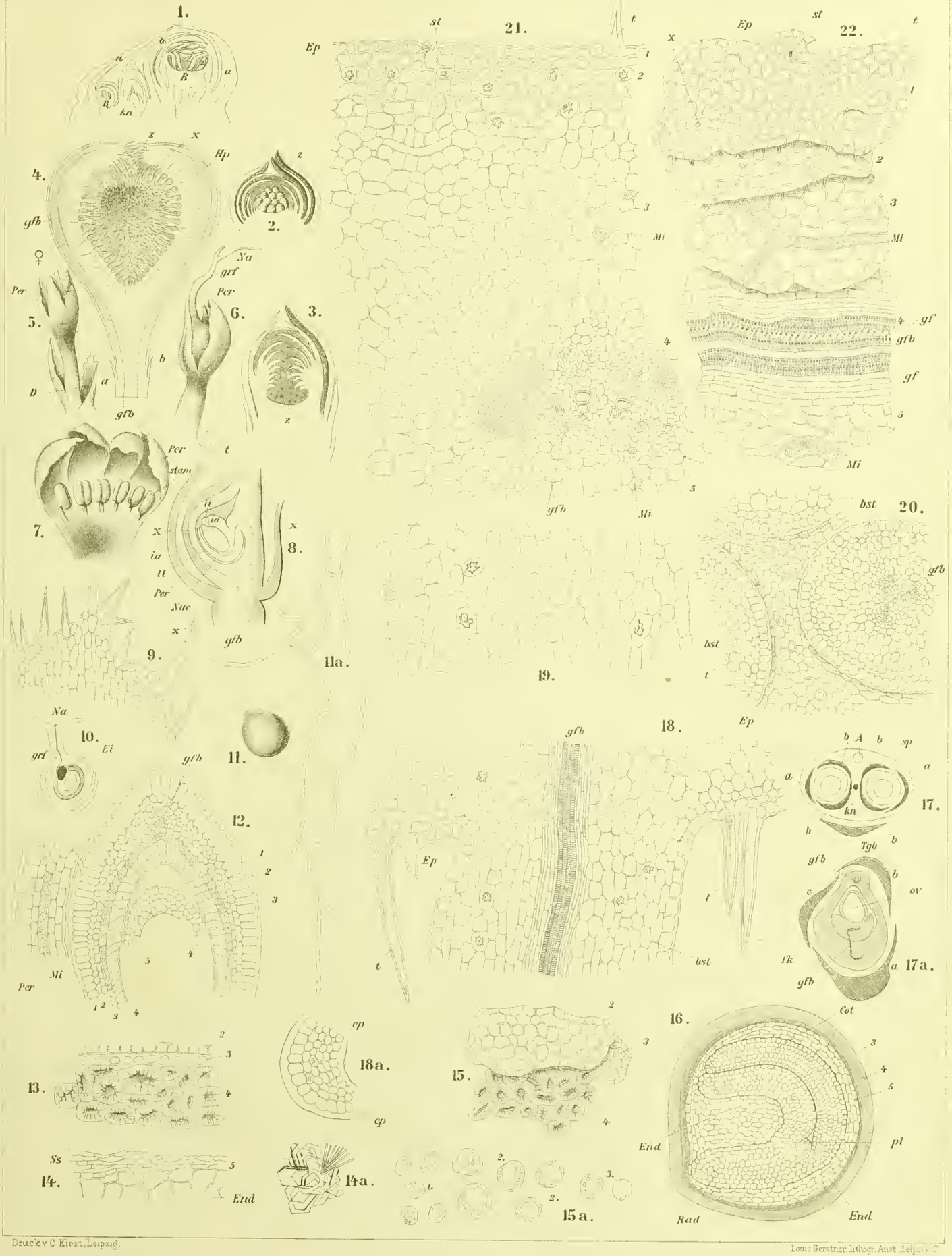
„ 19. Querschnitt durch den mittleren Teil des Hypanthiums.

„ 20. Flächenansicht der inneren Epidermis des Hypanthiums mit den Querschnitten der Blütenstiele.

„ 21. Querschnitt durch den äufsersten Teil des Hypanthiums.

„ 22. Succedane Flächenschnitte durch die einzelnen Schichten des Hypanthiums von der Epidermis (*Ep*) bis in die inneren Partien. Die Zahlen 1—5 in Fig. 22 u. 21 bezeichnen die korrespondierenden Gewebe.

Ficus Carica.



Druck v C Kirst, Leipzig.

Louis Gerstner, lithogr. Anst. Leipzig.

Rhiz. iridis.

Veilchenwurzel, Rhizome d'Iris, Orris Root.

Die unterirdischen Wurzelstöcke von Iris germanica L., Iris pallida Lam. und Iris florentina Lam. besitzen den gleichen Bau.

Gräbt man ein Rhizom der bei uns häufig kultivierten Iris pallida Lam. aus, so findet man nicht selten noch 6 bis 8 Jahrgänge bei einander. Das in Fig. 2 dargestellte Rhizom zeigt 7 Jahrgänge. Dieselben sind mit arabischen Ziffern bezeichnet. Der älteste Jahrgang 1 ist im Absterben begriffen. Das Rhizom wächst vorn weiter und stirbt hinten ab (bei *x*, Fig. 2). Die einzelnen Jahreszuwachse machen sich dadurch bemerkbar, dafs gegen den Herbst hin die Wachstumsintensität abnimmt und die Internodien immer schmäler werden. Das schmalste Internodium bezeichnet die Winterruhe. Man zählt in dem verdickten Teile ca. 8—12 Internodien, im dünnen etwa 5—6, im ganzen pro Jahr 13—18—20, bisweilen auch weniger. Es scheint dies von den mehr oder weniger günstigen Vegetationsbedingungen abzuhängen. Die Internodien sind alle sehr kurz und durch die Blattnarben geschieden. Die Blattnarben zeigen eine einfache gerade oder im Zickzack verlaufende Reihe kleiner Bündelnarben (Fig. 2 bei 4 u. 5 und Fig. 1, rechts). Es sind dies die Stellen, wo die Gefäfsbündel der Blätter in das Rhizom eintraten. Die Blätter sind dem Rhizom zweizeilig alternierend inseriert.

Für gewöhnlich werden zunächst mehrere Jahre hindurch in gerader Richtung fortschreitende Triebe gebildet, indem die Gipfelknospe von *I* erhalten bleibt und nur in den Achseln der Blätter rechts und links seitlich am Rhizom, doch etwas der Unterseite genähert, Achselknospen entstehen, von denen bisweilen einige zu zwei oder drei einander genähert und miteinander vergesellschaftet sind (bei *z*, Fig. 2). Dieselben verhalten sich bezüglich ihres Wachstums ganz wie der Hauptsprofs *I*. Sie sind aber mit langem dünnen Stiele dem Hauptsprosse angefügt (*z*, Fig. 2) und lösen sich daher sehr leicht von demselben ab. Geschieht dies, so verhalten sie sich alsdann ganz wie ein Hauptsprofs, aber auch am Hauptsprofs ansitzend bilden sie nicht selten mehrere knollig-verdickte Glieder. (Fig. 2.)

Soweit ist die Verzweigung also razemös und die Kultur strebt darnach besonders reichlich diese langen, aus aneinander gereihten knolligen Rhizomstücken bestehenden Wurzelstöcke (für die Rhiz. iridis pro infantibus) zu erhalten. Späterhin stirbt dann die Gipfelknospe ab und die Verzweigung bleibt alsdann cymös. In der Achsel zweier benachbarter Blätter entspringen an den gegenüberliegenden Seiten zwei Seitenzweige (*II*, Fig. 2), die nunmehr die Verzweigung fortsetzen, den Sprofs *I* übergipfelnd. An diesen Seitensprossen *II* entstehen wiederum (gewissermafsen in dichasialer Bildungsweise) die absterbende Gipfelknospe von *II* übergipfelnde Seitensprosse (*III*), und auch diese Seitensprosse bleiben bei der cymös-dichasialen Verzweigungsart (*IV*).

Wurzeln entspringen bei den Haupt- wie bei den Seitensprossen nur auf der Unterseite des dorsiventralen Rhizomes (Fig. 4), Blätter nur an der Oberseite. Das Rhizom wird gewöhnlich geschält in den Handel gebracht, doch wird die Schälung meist nicht so stark vorgenommen, dafs man nicht noch oft die Blattnarben und deren Gefäfsbündelansätze (Fig. 1 im Sprofs *I*), sowie die Wurzelnarben erkennen kann. Besonders die letzteren mit dem centralen Bündelzäpfchen sind der Regel nach deutlich zu erkennen. Fig. 1 ist bis *x* ... *x* geschält dargestellt und nur der obere Zapfen rechts (*II* u. *III*) ist noch ungeschält.

Der Kork entsteht subepidermal und sehr reichlich. Er bildet nicht selten 15 und mehr (bis 25) Schichten (Fig. 6). Die Korkzellen bleiben dünnwandig. In der Handelsware ist er stets abgeschält. Die Schälung erstreckt sich auch auf den äufseren Teil der Rinde. Ebenso werden die Wurzeln und die Knospen entfernt. An der Stelle der letzteren findet sich eine schalenförmige Vertiefung (Fig. 1, links), an der Stelle der Wurzelansätze bräunliche Narben, oft mit einem kleinen centralen Zäpfchen, dem Wurzelbündel. Die Blattspuren erscheinen als kleine Löcher (Fig. 1).

Unter dem Korke folgt dann ein kollenchymatisch verdicktes Parenchym. Die verdickten Ecken führen Intercellularen (Fig. 6).

Die Gefäfsbündel treten von den Blattnarben in die Rinde und verlaufen in derselben in seichtem Bogen, fast geraden Weges in den Centralzylinder eindringend (Fig. 5). Ein eigentliches Gefäfsbündelsystem der Rinde fehlt. Im

Centralzylinder dringen die Blattspurstränge bis gegen die Mitte vor und kehren dann in seichtem Bogen an die Endodermis zurück. In den Blättern und in der Rhizomrinde sind die Bündel kollateral, im Centralzylinder werden sie, indem sich der Gefäfsteil allmählich um den Siebteil herumschiebt, bezw. benachbarte Bündel sich aneinander legen, konzentrisch mit centralem Siebteil und peripherischem Gefäfsteil (Fig. 7). Man findet daher in dem Centralzylinder neben noch rein kollateralen rein konzentrische Bündel und alle Übergänge. An der Pseudo-Endodermis, die different nicht ausgebildet ist und sich nur durch den Mangel an Stärke und ein meist kaum wahrnehmbares verkorktes Häutchen von den benachbarten Parenchymzellen unterschcidet, anastomosieren die Bündel untereinander netzig, besonders reichlich auf der Unterseite, aber auch auf der Rhizomoberseite, weniger an den Seiten, wo überhaupt wenig Bündel liegen (Fig. 4). Durch die Maschen des Bündelnetzes treten oben die Blattspurstränge, unten die Wurzelbündel in das Rhizom ein. Die Rhizomunterseite ist bündelreicher, besonders an der Endodermis (Fig. 4). Die Gefäfsbündel führen Spiral- und Leitergefäfse (Fig. 7 u. 8), die meist eine Weite von 20—35 mik besitzen. Im Siebteil treten die Siebröhren (*s*, Fig. 8) deutlich hervor. Die mittlere Partie des Siebteiles zeigt oft Obliterationserscheinungen (Angew. Anatomie, Fig. 421). In der subendodermalen Gefäfsbündelpartie entspringen auch die Wurzelbündel (Fig. 4).

Das Grundgewebe von Rinde und Centralcylinder ist ein relativ dickwandiges, reichgetüpfeltes Parenchym, oft mit kollenchymatischen Ecken und in diesen mit mehrseitigen luftführenden Intercellularen. Die Wände färben sich mit Chlorzinkjod bläulich.

In einer sehr eigenartigen Weise werden die Kristalle gebildet. Es stülpen sich nämlich an einer oder an mehreren Stellen sackartige Membranpartien in die grofsen Intercellularen hinein und in diesen Membranscheiden oder Membransäcken entstehen die Kalkoxalatkristalle, wie es scheint stets in einer verschleimten Membranpartie. In dem fertigen Rhizom, wie es in der Droge vorliegt, sieht man diese Membransäcke auf nacheinander mit Salzsäure und Schwefelsäure behandelten Querschnitten sehr deutlich und kann gleichzeitig konstatieren, dafs sie aus einer äufseren quellungsfähigen breiteren und einer inneren zarten kuticularisierten Haut (*ih*, Fig. 17) bestehen (Fig. 16, 17 u. 18). Bei Längsschnitten scheint diese Korkhaut den Kristall sackartig zu umgeben (Fig. 9, 11 u. 12a, vergl. auch Fig. 16 der Angew. Pflanzenanatomie) und erscheint hier oft länger als das Kristall. In einem Sacke liegt entweder nur ein Kristall (Fig. 16 u. 17) oder deren mehrere (Fig. 18). Es kommt aber auch vor, dafs in einen Intercellularraum mehrere kristallführende Membransäcke hineinragen (Fig. 12). Man mufs diese Bildungen als Membransäcke auffassen, da sie niemals einen Plasmaschlauch enthalten. Durch diese Thatsache findet eine Erweiterung des Gesetzes, dafs die Sekrete vorwiegend in den Membranen entstehen, statt. Es wird ersichtlich, dafs nicht nur Harz und ätherisches Öl, sondern auch Oxalatkristalle in der Membran, vornehmlich in Membrantaschen, entstehen können, wie dies für einige andere Fälle (z. B. Citrus) ja bereits als erwiesen gelten kann und für alle die Fälle wahrscheinlich ist, wo der Kristall mit einer „Haut“ umgeben ist.

Die Kalkoxalatkristalle sind sehr eigenartig, ungewöhnlich lang (200, ja 280 mik) und ungewöhnlich breit (25—30 mik), meist sehr regelmäfsig ausgebildet; an der einen Seite zugeschärft, an der anderen oft schwalbenschwanzartig ausgezackt (Fig. 10), im Querschnitt quadratisch oder rechteckig. Sie sind so hart, dafs das Messer beim Schneiden des Irisrhizoms rasch stumpf wird.

Das gesamte Grundgewebe besteht aus rundlichen, ziemlich starkwandigen und getüpfelten Zellen, die sämtlich einen Zellkern und durch Eosin stark tingierbare Plasmareste enthalten, dicht mit Stärke erfüllt sind und oft ziemlich weite Intercellularen zwischen sich lassen. Im Herbst findet man in diesen Zellen zahlreiche Stärkebildner (Chromatophoren, Leucoplasten, vergl. auch Angew. Pflanzenanatomie, S. 68, Fig. 48) in Thätigkeit. Diese Stärkebildner sind hier kleine, farblose, rundlich scheibenförmige Gebilde, denen an einer oder mehreren Seiten Stärkekörner ansitzen (Fig. 14).

Die Ansatzstelle der Stärkebildner ist auch an dem fertigen Stärkekorn noch deutlich wahrzunehmen, meist in Form einer flachen Vertiefung an dem einen Ende (Fig. 13). Wohl bei keiner Pflanze ist diese Ansatzstelle, auch bei ganz alten Stärkekörnern, noch so deutlich zu sehen, wie hier, wo die typischen Stärkekörner geradezu durch sie charakterisiert werden. Die letzteren sind nämlich im Typus kegelförmig, mit abgeplatteter oder sogar ausgerandeter Basis und oft verbreiterter Spitze. Sie besitzen einen an der Kegelspitze liegenden, oft mehrstrahligen Spalt, von dem aus gegen die Kegelbasis hin zwei lange Spalten in seichtem Bogen verlaufen (Fig. 13, vergl. auch Angew. Anatomie, Fig. 80). Das Spaltcentrum entspricht der hier stets exzentrischen Lage des Kernes, die eben erwähnten seichten Längsspalten ihrer Lage nach den zwei langen Armen des dunklen Kreuzes, das bei Anwendung der Polarisation auch hier sehr scharf hervortritt. Die Länge der typischen Körner beträgt 25 bis 50 mik, die Breite 10—25 mik. Neben diesen typischen Körnern finden sich noch gestreckt-fingerförmige, verbogene, wulstig aufgetriebene, ovale und zu mehreren zusammengesetzte Stärkekörner. Die allerkleinsten sind rundlich, nur bei ihnen liegt der Kern central, sonst ist er immer exzentrisch. Bei den Stärkekörnern des frischen Rhizoms sind Spalten nicht wahrzunehmen. Aufser Stärke enthält das Parenchym auch noch fettes Öl, und zwar — hier wie wohl überall im Pflanzenreich — nicht in Form kleiner Tropfen, sondern im Plasma gleichmäfsig verteilt (gebunden?). Das Plasma wird also beim Einlegen des Schnittes in Osmiumsäure gleichmäfsig graubraun. Erst bei Zusatz von Wasser oder Schwefelsäure treten Öltröpfchen hervor. Jod färbt das ganze Gewebe aufser den Bündeln blau, Kali gelb. In der Sonne glitzern die grofsen Kristalle, als wäre der Schnitt mit tausend Diamanten besät.

Die Wurzeln sind radial-polyarch (Angew. Anatomie, S. 366); oftmals fand ich 10, 12, 13 und 14 Siebbündel und

daneben ebensoviele Holzstrahlen (Fig. 16 a). Der centrale Gefäfsbündelzylinder ist klein (Fig. 3). Eine sehr schön ausgebildete Endodermis mit an den Seiten und innen verdickten, mit zarter Korklamelle versehenen und geschichteten Wänden trennt den centralen Gefäfsbündelteil von der primären Rinde (Fig. 16a). Diese Endodermis ist häufig an den Stellen, wo Gefäfsstrahlen an die Endodermis herantreten, von unverdickten und unverkorkten Zellen, die den Saftverkehr des centralen Teiles mit der Rinde vermitteln (Durchlafszellen, *Dl*, Fig. 16 a), unterbrochen. Unter der zu Wurzelhaaren ausgestülpten Epidermis liegen zwei Reihen grofser, verkorkter Zellen: Korkhypoderm, äufsere Endodermis (*x* Fig. 15). Durchschneidet man bei geschälter Droge, wie solche im Handel dominiert, die am Rhizom sichtbaren Wurzelstumpfe oder die im Gewebe des Rhizoms sichtbaren Wurzelbasen, so findet man die Endodermiszellen stark radial gestreckt und aufserordentlich stark verdickt, oft fast bis zum Verschwinden des Lumens (Fig. 19). Die Wand ist deutlich geschichtet und nur das trennende Häutchen verkorkt. Oft ist die Endodermis sogar verdoppelt und den radialen Zellen liegen einzelne rundliche auf (Fig. 19 bei *x*). Durchbrechungsstellen sind nicht zu sehen. Auch das oben erwähnte Korkhypoderm (äufsere Endodermis) ist hier stark verdickt und besteht oft aus 6—7 Reihen bisweilen radial gestreckter Zellen. Das Centralbündel ist meist dodekarch. Im Centrum liegt Libriform.

Das Grundgewebe enthält die gleichen Inhaltsbestandteile (Stärke, Öl, Plasma, Oxalat) wie das des Rhizoms.

Das Pulver.

In dem Pulver prävalieren die oben beschriebenen Stärkekörner derart, dafs alle übrigen Elemente gänzlich in den Hintergrund treten, nur Fragmente der grofsen Kristalle und Stücke der leiterförmig verdickten Gefäfswände sind da und dort zerstreut aufzufinden. Mechanische Elemente fehlen gänzlich.

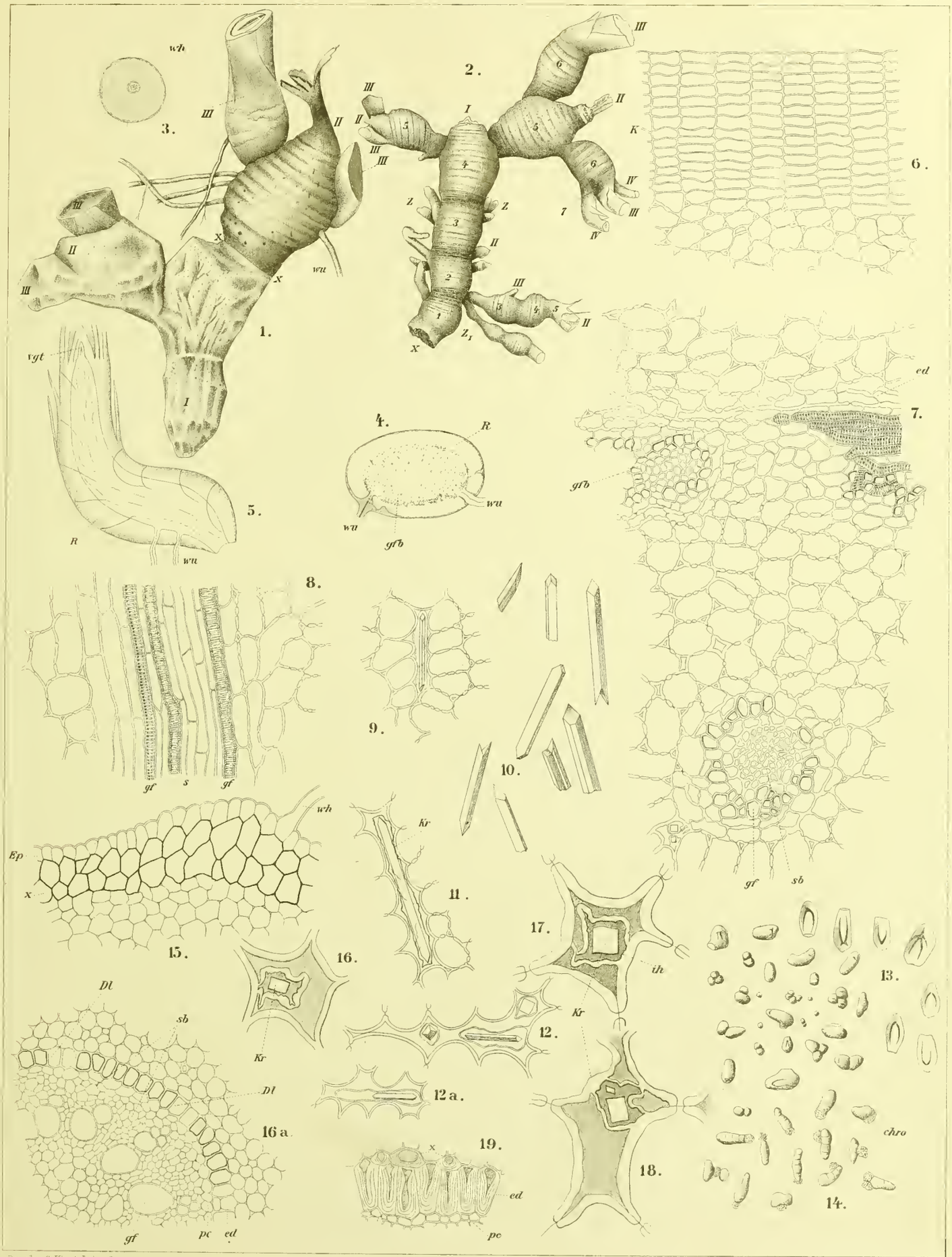
Tafel 29.

Erklärung der Abbildungen.

Rhiz. iridis.

Fig. 1. Gipfel eines Rhizomstückes, unten geschält, rechts oben von $x \ldots x$ an ungeschält; von oben gesehen.
„ 2. Gröfseres Rhizom, unten razemös, oben cymös verzweigt; von oben gesehen. 7 Jahrgänge. Verkleinert.
„ 3. Lupenbild des Wurzelquerschnittes.
„ 4. Lupenbild des Rhizomquerschnittes.
„ 5. Längsschnitt durch eine Spitzenknospe.
„ 6. Kork des Rhizoms im Quersehnitt.
„ 7. Querschnitt des Rhizoms an der Endodermis.
„ 8. Längssehnitt durch ein konzentrisches Bündel.
„ 9, 11, 12a. Längsschnitte durch kristallführende Intercellularen.
Fig. 12, 16, 17, 18. Querschnitte durch kristallführende Intercellularen.
„ 10. Isolierte Kristalle und Kristallfragmente.
„ 13. Isolierte Stärkekörner.
„ 14. Stärkekörner mit daran ansitzenden Chromatophoren (*chro*).
„ 15. Randpartie der Wurzel. x äufsere Endodermis.
„ 16a. Querschnitt durch die endodermale Partie einer jungen Wurzel, bei deren Endodermis die Durchlafsstellen (*Dl*) noch wohl zu erkennen sind.
„ 19. Endodermis einer Wurzelbasis aus der geschälten Droge (im Querschnitt). Bei x Verdoppelung der Endodermis.

Iris.



Druck v. C. Kirst, Leipzig.

Louis Gerstner, lithogr. Anst. Leipzig R.

Rad. althaeae.

Eibischwurzel, Racine de Guimauve, Marshmallow Root.

Die Wurzeln von Althaea officinalis L. kommen für gewöhnlich geschält in den Handel, und zwar finden Verwendung sowohl die Hauptwurzeln wie die dickeren Nebenwurzeln, die meist ziemlich weit oben an der Hauptwurzel entspringen und, besonders wenn die Hauptwurzel abstirbt, den Charakter von Wurzelfasern tragen.

Der primäre Bau der Wurzel ist (bei ganz jungen Wurzeln von einer Dicke von 250 mik) radial-diarch (Fig. 5). Die primäre Rinde so junger Pflanzen ist 4 Zellen breit, die Epidermis trägt zahlreiche Wurzelhaare (Fig. 5). Das centrale Bündel etwas dickerer Wurzeln von 400—500 mik Durchmesser zeigt triarchen, das noch dickerer von 550—600 mik Durchmesser tetrarchen Bau (Fig. 6). Die vier um ein grofses, centrales, dünnwandiges Gefäfs orientierten Gefäfsstrahlen bilden ein Kreuz, zwischen dessen Schenkeln die 4 Siebinseln liegen (Fig. 6). Auch Pentarchie beobachtet man bisweilen. Dabei pflegt es aber zu bleiben bis die primäre Rinde abgeworfen wird, die alsdann eine Breite von 8 Zellen erlangt hat. Schon die 400 mik dicken Wurzeln zeigen keine Wurzelhaare mehr. Die letzteren sind samt der kleinzelligen Epidermis, aus der sie entsprangen, zusammengefallen, obliteriert. Die Endodermis ist etwas grofszelliger als das Perikambium. In den Rindenzellen, die der Endodermis benachbart sind, findet sich meist in 2—3 Zellenlagen eine endotrophische Mycorhiza.

Schon bei einer 1,3 mm dicken Wurzel ist die primäre Rinde vollständig abgeworfen. Der ursprünglich radiale Bau des Wurzelbündels ist in den collateralen übergegangen. Den noch kreisförmig geschlossenen, von den primären Markstrahlen durchzogenen, ein kleines centrales Mark einschliefsenden Holzkörper umgiebt rings die sekundäre Rinde. Das Perikambium hat reichlich Kork erzeugt, der als mehrzellige Schicht die Rinde rings umgiebt. In der sekundären Rinde sind bereits zahlreiche Bastzellgruppen und Schleimzellen gebildet, das Parenchym führt reichlich Stärke. Bastzellen treten zuerst in einer 0,5 mm dicken Wurzel auf.

Bei weiterer Entwickelung wird dann der Holzring gesprengt und in einzelne Gefäfsgruppen aufgelöst, es entstehen sekundäre Mark- und Rindenstrahlen und auch im Holzkörper bilden sich, besonders in der Nähe der Gefäfse, reichlich Bastfasern bez. Libriform. Dabei werden die Elemente des trachealen und mechanischen Systems durch sehr ergiebige Parenchymbildung (Speicherparenchym) auseinander geschoben.

Die Wurzeln, wie sie die Droge bilden, haben etwa einen Durchmesser von 10—25 mm und eine Länge von 10 bis 20 cm. Sie sind durch Schaben mit dem Messer vom Korke befreit. Die Stöcke sind gerade oder etwas gekrümmt, meist tiefrunzelig mit wenigen, aber grofsen Furchen, im Querschnitte elliptisch (Fig. 1), weifs oder grauweifs und auf der Oberfläche feinfaserig. Die Ansatzstellen der Wurzeln erscheinen als dunklere Narben. Die Rinde beträgt $^1/_5$—$^1/_8$ des Gesamtdurchmessers.

Das Lupenbild des Querschnittes, der sich mit Jod stark bläut, zeigt die bräunliche Kambiumzone, aufserhalb und innerhalb derselben zarte Radialstreifung (Fig. 1), im Centrum unregelmäfsige Punktierung. Die Rinde zeigt zarte konzentrische Zonen. Die Gefäfse und ihre Tracheidensäume erscheinen beim Betupfen mit Phloroglucin-Salzsäure als rote Punkte.

Der aus dem Perikambium hervorgegangene Kork — derselbe fehlt der Droge — besteht aus etwa 8 Reihen tafelförmiger Korkzellen (*k*, Fig. 2) typischen Baues, dessen äufserste Reihen obliteriert sind (*obl*, Fig. 2) und bei jüngeren Rinden die Reste der primären Rinde tragen. Das darunter liegende Gewebe ist ein grofszelliges Parenchym, das meist noch in lebhafter Teilung begriffen ist und dessen Wände die Cellulosereaktion sehr schön geben.

Die sekundäre Rinde (Fig. 3) ist von ein oder zwei Zellen breiten, bis 7 Zellen hohen, deutlich nur in der Nähe des Kambiums zu verfolgenden Rindenstrahlen in radialer Richtung durchzogen, die man mit blofsem Auge kaum, wohl aber gut mit der Lupe als breite, weifse Linien erkennen kann. Die Zellen der Rindenstrahlen sind radial gestreckt. Die Rinde zeigt aber auch auf dem Querschnitte eine schon mit blofsem Auge deutliche Tangentialstreifung (Fig. 1). Dieselbe löst sich bereits bei Betrachtung mit der Lupe in einzelne Bastzellgruppen auf, die so angeordnet sind, dafs sie die erwähnten Tangentiallinien bilden (Fig. 3). Es entstehen nämlich immer abwechselnd Rindenschichten mit Bastzellgruppen und Rindenschichten ohne solche, die die Siebbündel (*s*, Fig. 3) führen.

Die Bastzellen der nicht sehr individuenreichen Bastzellbündel sind bei der Althaeawurzel verhältnismäfsig schwach verdickt. Man findet bei ihnen fast regelmäfsig ein grofses Lumen. Die Wand ist entweder gar nicht oder nur schwach verdickt (*B* in

Fig. 3). Ihre Länge differiert sehr, wie auch die Ausbildung der Enden (Fig. 13), die bald kegelförmig, bald mehr oder weniger zugespitzt, bald gabelig (mit 2 oder 3 Gabelästen) oder knorrig sind. Auch an den Seiten zeigen die Bastfasern bisweilen Ausbuchtungen oder Verstülpungen (Fig. 13). Die Weite der Bastfasern, die übrigens sehr verschieden ist, je nachdem die Faser in der Mitte oder an den Enden durchschnitten wurde, beträgt 10—27 mik, meist 18—20 mik, die Länge 440 bis 820, meist um 600 mik. Die Wand reagiert schwach oder gar nicht auf Phloroglucin-Salzsäure, ist also wenig oder gar nicht verholzt. Die Verholzung ist, wenn überhaupt, in der Mittelschicht wahrnehmbar. Chlorzinkjod färbt die mittlere Membranschicht gelb, die innere blau. Die im Centrum der Wurzel liegenden Libriformfasern pflegen stets verholzt zu sein.

Da durch Schaben der Wurzel die Korkzellschicht und das darunter liegende Parenchymgewebe entfernt wird, so kommen diese Bastfaserbündel bei der Droge zu äufserst zu liegen, lösen sich oftmals aus dem Gewebsverbande und bedecken alsdann die Oberfläche der Wurzel als faseriger Ueberzug. Derselbe ist für Althaea sehr charakteristisch. Die Bastzellgruppen stehen untereinander in Verbindung. Sie bilden auf dem Tangentialschnitt ein reich anastomosierendes Netzwerk.

Die Siebröhren (*s*, Fig. 3) besitzen meist nahezu horizontal gestellte Querplatten. Die Siebbündel (Siebröhren und Kambiform) sind stärkefrei, ihre Wandungen dick und heben sie sich daher deutlich von dem stärkeführenden Rinden-(Phloëm-)parenchym ab.

Das Rindenparenchym besteht aus im Querschnitte rundlichen, in der Längsrichtung nur wenig gestreckten Parenchymzellen, die reichlich Stärke und kleine Mengen Öl, sowie Asparagin führen. Die gleichen Inhaltsbestandteile finden sich in den Rindenstrahlzellen, doch ist in denselben mehr fettes Öl nachweisbar. Beim Einlegen in Osmiumsäure färben sich daher ganz besonders die Zellzüge der Rindenstrahlen, die auf dem tangentialen Längsschnitte das bekannte Bild des Mauerparenchyms zeigen. Auch Kalkoxalat ist in den Rindenparenchymzellen häufig (Fig. 2, 3, 7, *kr*). Es bildet stets eigentümliche Drusen, deren Randkristalle mehr (Fig. 3, *kr*) oder weniger (Fig. 12) hervortreten. Der Durchmesser der Kristalle beträgt 22—38, meist 25 mik.

Eingestreut in das Rindenparenchym finden sich zahlreiche Schleimzellen (*Sche*, Fig. 3), einzeln oder zu Reihen geordnet. Schleimzellen von gleichem Bau trifft man auch in dem centralen Holzkörper (Fig. 4 u. 7). Der Schleim findet sich in denselben in Form von Schleimmembranen, er bildet die sekundären Membranverdickungsschichten. Dafs dies in der That so ist und der Schleim nicht Inhaltsschleim ist, lehrt die Entwickelungsgeschichte, die man am besten an jungen Wurzeln oder Sprossen verfolgen kann.

Anfangs ist in den nur durch ihre Gröfse von den übrigen Zellen sich unterscheidenden jungen Schleimzellen im Marke junger Sprosse kein Schleim wahrnehmbar und bei Zusatz von Alkohol kontrahiert sich der Plasmaschlauch sackartig (Fig. 14). Dann tritt aufserhalb des Plasmaschlauches zwischen der primären, wenig verdickten Cellulose-Zellwand eine feinkörnige Substanz auf, welche sich durch ihre Fähigkeit, mit Alkohol granuliert gefällt zu werden, als Schleim erweist (Fig. 15). Die Körnchen, die hierbei entstehen, sind auf dem Querschnitte oft zu radialen Reihen angeordnet. Im Plasma liegt der Zellkern. Er besitzt nicht rundlichen Umrifs, sondern zeigt vielfache Fortsätze, die mehr oder weniger an die primäre Wand heranreichen, aber der Wand nicht anhaften, in ihrer Form aber leicht besonders nach dem Färben des Plasmas mit Nigrosin und Einlegen in Wasser (Fig. 16) oder in Alkohol (Fig. 17) erkannt werden können. Bei Alkoholmaterial sieht man den Plasmaschlauch kontrahiert, die Fortsätze herausgezogen, die junge Schleimmembran geschichtet (Fig. 17 u. 18). Der Anfang der Schichtenbildung macht sich durch eine lokale Verdichtung der Schleimkörnchen in einer bestimmten Zone bemerkbar (Fig. 15 bei *ts*). Kurze Zeit darauf sind mehrere Schichten schon deutlich und gut nachweisbar (Fig. 17 u. 18). Das Plasma zeigt in diesem Stadium zahllose Fortsätze (Fig. 18), ist aber an Masse schon stark reduziert, welche Reduktion unter fortwährender Ausscheidung neuer Schleimmengen zwischen Plasmahaut und sekundärer Membran immer weiter fortschreitet, bis nur ein kleiner Rest im Centrum der Zelle übrig geblieben ist, den die Membran rings umgiebt (*Sche*, Fig. 4).

Schon im jungen Sprofs wird der Schleim der Schleimzellen oftmals gelöst — also wieder verbraucht. Die beginnende Auflösung zeigt Fig. 19.

Auch bei der Wurzel sind bisweilen Auflösungserscheinungen an den Schleimmembranen zu beobachten. Die Auflösung hebt mit Lockerung der innersten Schichten an. Dieselben verflüssigen sich, sind aber als Schleim leicht dadurch zu charakterisieren, dafs sie durch Alkohol granuliert gefällt werden (Fig. 20). Eine Schichte nach der anderen löst sich alsdann von innen nach aufsen fortschreitend, bis schliefslich nur wenige Schleimmembran-Schichten als Wandbeleg übrig bleiben. Doch ist niemals eine vollständige Lösung der Schleimmembran wahrzunehmen.

Oftmals zeigt nicht die ganze Schleimmembran dasselbe optische Verhalten. Vielmehr sieht man häufig eine Differenzierung in stark lichtbrechende oder wenig oder gar nicht lichtbrechende Schichten. So ist z. B. bei den älteren Schleimzellen der Wurzeln oft eine peripherische Schicht von der centralen scharf abgegrenzt.

Die Schleimzellen sind über die ganze Pflanze verbreitet — selbst im Gewebe des Filamentes finden sie sich reichlich. Sie fehlen, wie schon erwähnt, der primären Rinde der Wurzel, werden dann zunächst in der sekundären Rinde, darauf auch im Holzparenchym gebildet. Die ältesten Schleimzellen zeigen bisweilen Auflösungserscheinungen. Die Anlage der Schleimmembran erfolgt ganz in der gleichen Weise, wie oben beim Sprofs beschrieben: Zuerst tritt in einzelnen gröfseren Zellen dichteres Plasma auf, dann wird Schleim zwischen Plasmaschlauch und Cellulosemembran (an letztere) abgeschieden, diese sekundäre Schleimmembran wird zu Schichten differenziert, und je dicker sie wird, um so mehr schwindet das Plasma.

Die Schleimzellen der Wurzel sind meist in der Achse der Wurzel gestreckt, nur in den äufsersten Partien sind sie wohl die Folge der dort herrschenden starken tangentialen Dehnung bisweilen tangential gestreckt. Die Schichtung der Schleimmembran ist nach Einlegen des Schnittes in Wasser wenig oder gar nicht zu sehen, wohl aber tritt sie aufserordentlich schön hervor, wenn man Alkohol zufliefsen läfst, wobei die Schleimmembran eine gelblichgraue Farbe annimmt. Zahlreiche sehr zarte Schichten werden hierbei deutlich.

Auflösungsstadien finden sich in jüngeren Wurzeln vor, in fingerstarken oder noch dickeren findet man in den ältesten Geweben vom Frühling bis zum Herbst Auflösungsstadien, doch ist z. B. beim Austreiben der Sprosse im Frühjahr eine stärkere Lösung der Schleimmembranen in den austreibenden Wurzeln nicht zu beobachten. Dagegen beobachtet man in den äufsersten Partien der sekundären Rinde der Wurzel nach dem Auflösen der Schleimmembranen oft Obliteration der betreffenden Zellen. Da jedoch die Droge aus jüngeren — zweijährigen — nicht holzigen Wurzeln besteht und die äufserste, älteste Rindenpartie durch Abschaben entfernt ist, so findet man bei ihr nur selten Schleimzellen mit in Auflösung begriffenen Membranen. Aus alledem geht hervor, dafs der Schleim der Schleimmembranen der Schleimzellen nicht eigentlich als Reservestoff im engeren Sinne aufzufassen ist. Die stets unvollständige, oft ganz unterbleibende Auflösung des Schleimes beim Austreiben der Wurzel, die sehr frühzeitige Anlage der Schleimzellen in den vegetativen Organen, der Umstand, dafs der Schleim sich durchaus anders verhält wie die notorisch zu den Reservestoffen gehörige Stärke, deuten darauf, dafs der Schleim hier nicht ein Reservestoff ist, wenigstens nur unter Umständen als solcher fungiert. Die Schleimzellen scheinen vielmehr Wasserspeicher zu sein. Denn es ist bekannt, dafs sich die Zahl der Schleimzellen auf trockenen Standorten vermehrt, die Wurzel schleimreicher wird und Schleimmembranen gute Wasserspeicher sind.

Der Schleim der Schleimmembranen gehört zu den echten Schleimen. Er färbt sich nicht mit Jod, Chlorzinkjod oder Jodschwefelsäure, auch nicht mit alkalischer Kupferlösung blau, er quillt stark in Wasser und Kupferoxydammoniak, nicht in Bleiessig.

Das Reihenkambium (*c* in Fig. 3 u. 7) zeigt normale Ausbildung. Auf dem Querschnitt der Wurzel erscheint es als eine zarte bräunliche Linie. Innerhalb desselben liegt der Holzkörper, dessen leitende und mechanische Elemente durch ein sehr stark entwickeltes, mit Stärke vollgepfropftes Holzparenchym — Speicherparenchym —, wie es bei Reservebehältern häufig vorkommt, so stark auseinander geschoben sind, dafs man auf der Querschnittsfläche Gefäfse und Libriformgruppen nur als isolierte Punkte erkennt.

Dies Speicherparenchym gleicht ganz dem der Rinde. Es ist wie das Rindenparenchym reich durchlüftet, zahlreiche Intercellularen finden sich an den Ecken der Zellen. Es führt wie dieses reichlich Stärke und wenig Asparagin, fettes Öl und Rohrzucker. Konzentrierte Schwefelsäure färbt den Inhalt der Zellen rot (Raspailsche Zucker-Eiweifsreaktion), Kali citronengelb.

Das Asparagin ist in der Droge nicht eben häufig zu finden, da es beim Eintrocknen des Zellsaftes für gewöhnlich sich nicht kristallinisch ausscheidet, doch beobachtete ich bisweilen auch in der Droge Kristalle von Asparagin, sowohl Nadelbüschel als Sphaerokristalle (Fig. 11). Leichter kann man es sich sichtbar machen, wenn man frische, jüngere Wurzeln in Alkohol einlegt. Das Asparagin kristallisiert alsdann in den Zellen meist in Form von Nadeln.

Das Calciumoxalat, das sowohl in der Rinde wie im Holzkörper in einzelnen oder zu Längsreihen angeordneten Zellen vorkommt, hat der Regel nach die Form von Drusen (Fig. 12, vergl. oben). Es ist nicht auf die Umgebung des mechanischen Gewebes beschränkt.

Die Stärke zeigt in Rinde und Holzkörper die gleiche Ausbildung. Sie erfüllt ziemlich dicht das Speicherparenchym der Rinde (Phloemparenchym), wie das Speicherparenchym des Holzkörpers (Holzparenchym). Sie bildet den Reservestoff der Wurzeln und wird beim Austreiben der jungen Schöfslinge im Frühjahr mehr oder weniger gelöst. Die Form der Stärkekörner ist eine sehr mannigfaltige, wie auch ihre Gröfse. Runde Körner sind selten, selbst die kleinen sind meist oval oder gestreckt, wie denn überhaupt der Typus gestreckt ist (Fig. 10). Die Körner zeigen dabei bald Stäbchenform, bald sind sie gekrümmt oder verbogen oder gelappt. Da und dort (aber selten) findet man zusammengesetzte Körner mit 2—4 Teilkörnern. Ihre Länge beträgt 3,5—27 mik, die kleinen ovalen sind 3,5—7,5 mik, die gröfseren gestreckten meist 15 mik lang. Ein Spalt ist nicht immer deutlich. Wo er sichtbar ist, erscheint er als zarter Längsspalt.

Das fette Öl kann man sich durch Erhitzen des Präparates oder Einlegen in Chloral in Tröpfchenform sichtbar machen, legt man den Schnitt direkt in Osmiumsäure, so kann man konstatieren, dafs das fette Öl auch hier, wie wohl überall, an das Plasma gebunden ist.

Die wasserleitenden Elemente des Holzkörpers sind nicht sehr zahlreich. Einzelne isolierte oder zu radial gestellten Gruppen vereinigte Gefäfse sind in dem grofsen Speicherparenchym verstreut (Fig. 3 u. 4, *gf*). Sie besitzen fast ausnahmslos eine leiterförmig oder netzleistenartig verdickte Wand (Fig. 7, *gf*) und zeigen eine Weite von 25—82 mik.; 50 bis 60 mik weite sind häufig. Bisweilen sind sie hin und her gebogen, die Querwände stets völlig perforiert. Nicht selten zeigen sie Thyllenbildung (Fig. 7, *thy*).

Die Gefäfse sind in der Regel noch von einem Tracheidensaum umgeben (*tr* in Fig. 3, 4 u. 7). Diese Tracheiden sind kurz, oft an den Enden zugespitzt und mit behöften Tüpfeln versehen (Fig. 7 u. 7a, *tr*).

Bastzellgruppen finden sich auch im Holzkörper. Obwohl die Bastzellen hier ganz denen der Rinde gleichen, wird man sie doch der Konsequenz halber als Libriform bezeichnen müssen. Sie lehnen sich bald an die Gefäfsgruppen an, dieselben einseitig, mehrseitig oder allseitig bescheidend (Fig. 4), oder liegen isoliert im Speicherparenchym.

Die Markstrahlen sind meist ein- oder zweireihig (Fig. 3, *mk*). Sie führen die gleichen Inhaltsstoffe wie das Speicherparenchym und zeigen auf dem radialen Längsschnitte das bekannte Bild eines Mauerparenchyms (Fig. 8, *mk*), auf dem tangentialen erscheinen ihre Zellen rundlich und zu gestreckten Längsreihen vereinigt (Fig. 9, *mk*). Ihre Höhe ist meist sehr bedeutend.

Bei dickeren Wurzeln liegt im Centrum ein Gefäfs und um dasselbe herum das di- bis pentarche Protoxylem, bei den Wurzeln der Droge findet man auch noch oft die Protoxylemgruppe im Centrum der Ganzen.

Das Pulver.

Im Pulver prävalieren die Stärkekörner, deren charakteristische Form (Fig. 10) und Gröfse diagnostisch wichtig ist. Beim Beobachten in Wasser sind die Schleimzellen nicht oder doch nicht deutlich zu erkennen, man sieht bei dieser Präparation nur grofse rundliche, schwach umsäumte helle Blasen. Legt man jedoch das Pulver in Alkohol, so sind die aus den Schleimzellen herausgefallenen Schleiminhalte sehr schön zwischen den Stärkekörnern zu erkennen. Sie erscheinen als helle Schollen, die bei Zusatz von Wasser zu grofsen, rundlichen, hyalinen Blasen aufquellen. Bisweilen zeigen sie Schichtung. Die übrigen Bestandteile sind am besten nach Erwärmen des Präparates in Chloral zu erkennen, wobei Schleim und Stärke verkleistern. Man sieht alsdann zahlreiche Fragmente der besonders an den Enden sehr charakteristischen dünnwandigen Bastfasern (Fig. 13), Fragmente der leiter- oder netzig-verdickten Gefäfswände und die Kalkoxalatdrusen, von denen freilich viele durch das Pulvern zertrümmert sind. Auch Parenchymreste sind aufzufinden.

In mehreren Fällen gelang es — mittelst des Polarisationsmikroskopes — Asparaginkristalle aufzufinden.

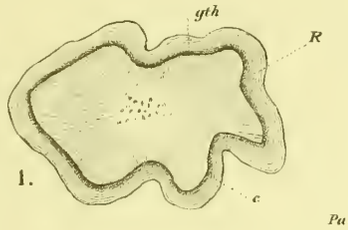
Tafel 30.

Erklärung der Abbildungen.

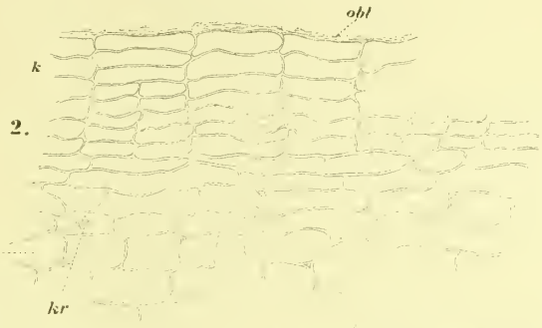
(Althaea officinalis L.)

Fig. 1. Lupenbild des Wurzelquerschnittes.
„ 2. Querschnitt durch das Periderm.
„ 3. Querschnitt durch die sekundäre Rinde und die dem Kambium benachbarte Partie des Holzkörpers.
„ 4. Gefäfsgruppe und Libriform.
„ 5. Querschnitt durch eine 250 mik dicke Wurzel. Schematisiert.
„ 6. Querschnitt durch eine 600 mik dicke Wurzel. Schematisiert.
„ 7. Radialer Längsschnitt durch die dem Kambium beiderseits benachbarten Partien. *thy* Thyllen.
„ 7a. Eine Tracheide aus dem Tracheidensaum der Gefäfse, isoliert.
„ 8. Radialer Längsschnitt durch einen Markstrahl.
„ 9. Tangentialer Längsschnitt durch einen Markstrahl.
„ 10. Stärkekörner.
„ 11. Asparaginsphaerokristall.
„ 12. Kalkoxalatdruse.
„ 13. Isolierte Bastzellen.

Fig. 14—20. Schleimzellen und ihre Entwickelung.
„ 14. Differenzierte Schleimzelle aus dem Marke eines jungen Internodiums. Erstes Stadium, noch kein Schleim vorhanden. Plasmaschlauch durch Alkohol kontrahiert. Längsschnitt.
„ 15. Weiteres Entwickelungsstadium. *ts* erste Schleimschichtanlage. Querschnitt.
„ 16. Plasmakörper einer jungen Schleimzelle. Wasserpräparat.
„ 17. Dasselbe wie Fig. 15, aber weiter vorgeschritten, die Schichten bereits deutlich. Querschnitt.
„ 17a. Ausgebildete Schleimzelle, Querschnitt. Zahlreiche Schichten sind sichtbar.
„ 18. In Entwickelung begriffene Schleimzelle, Längsschnitt, etwa das gleiche Stadium wie Fig. 17.
„ 19. Auflösungserscheinungen an einer Schleimmembran im Mark.
„ 20. Auflösungserscheinungen an einer Schleimmembran in der Wurzel.

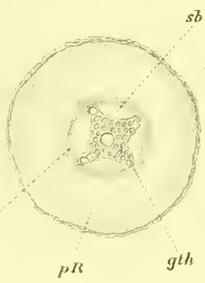


1.

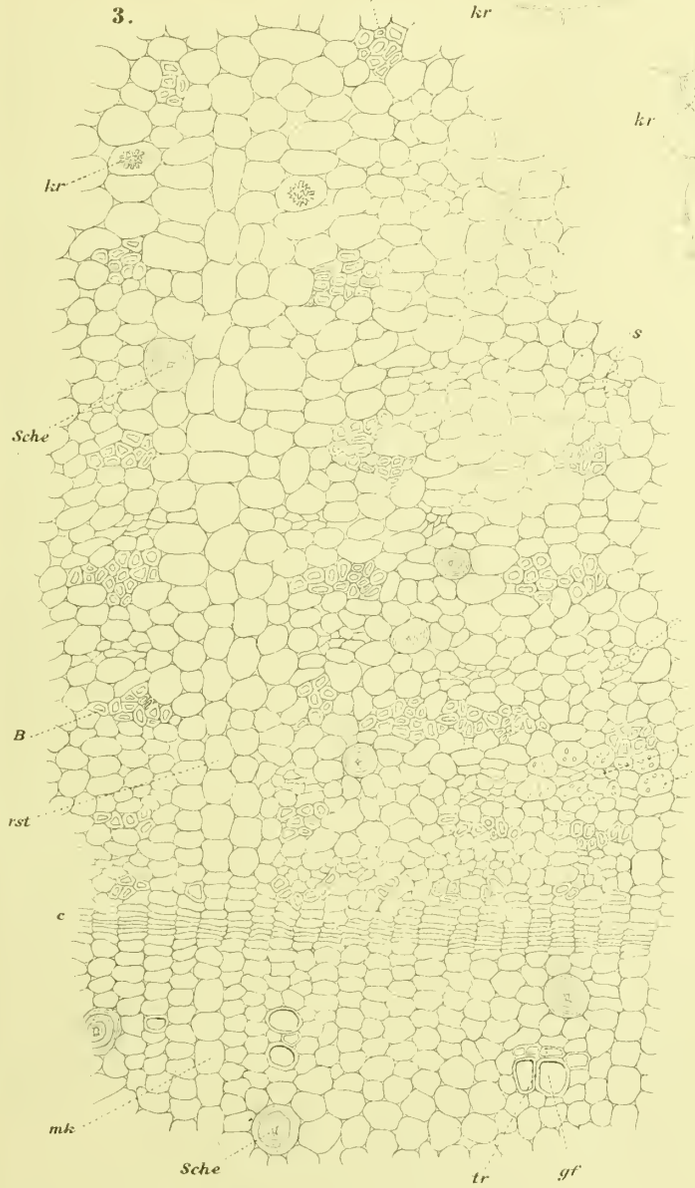


2.

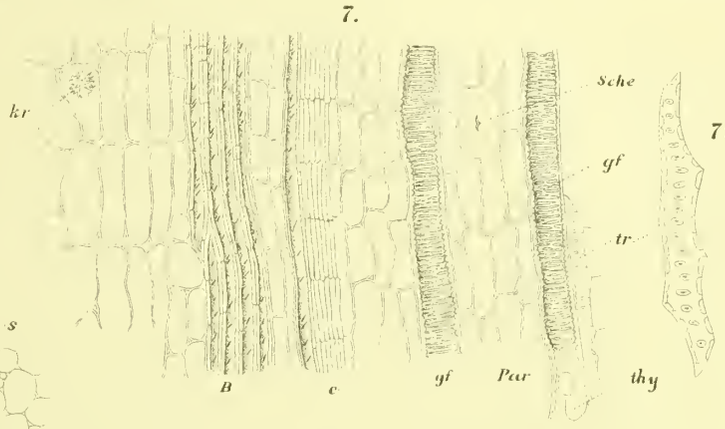
5.



6.

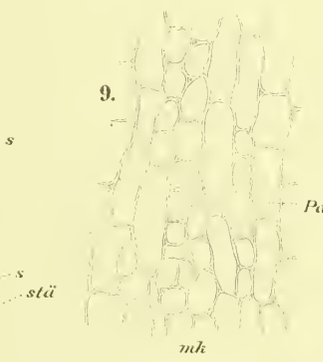


3.



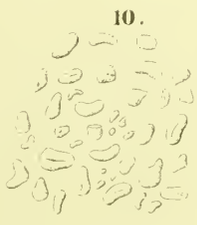
7.

7a.



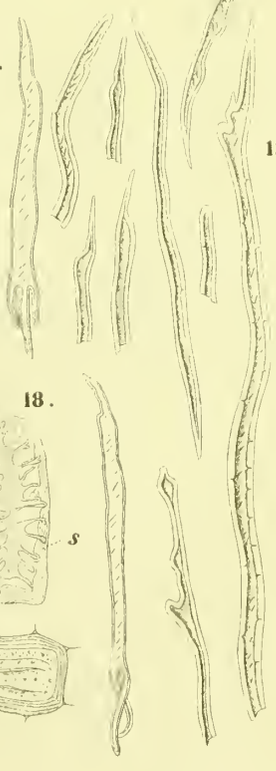
9.

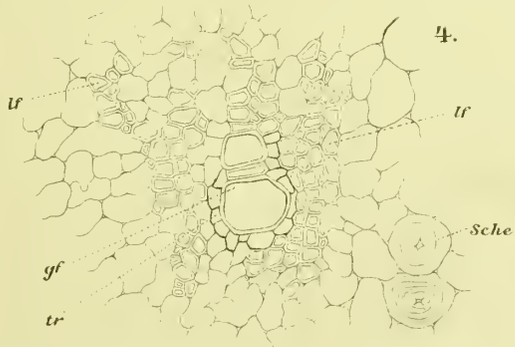
8.


10.

11.

12.


13.



4.

14.

15.

16.

17.

17a.

19.

18.

20.

Druck v. C. Kirst, Leipzig.

Louis Gerstner lith. Anst. Leipzig-R.

Cort. cinnamomi cassiae.

Cort. cinnamomi chinensis, chinesischer oder gemeiner Zimmt. Zimmtkassie, Canelle de chine, Cassia Bark.

Die Entwicklungsgeschichte der Zimmtrinde, der Rinde von Cinnamomum Cassia Blume (C. aromaticum Nees) — diese Pflanze liefert die Hauptmasse des chinesischen Zimmt — verläuft folgendermafsen.

Ein 1,7 mm dicker Zweig hat eine Rinde von 0,2 mm Dicke. Zu äufserst liegt bei derselben eine einreihige Epidermis (*Ep*, Fig. 3) mit sehr starker, glatter Aufsenwand, die der Oberfläche des Zweiges das charakteristische glänzende Aussehen verleiht. Darunter liegt die primäre Rinde (*pR*, Fig. 3), ein Chlorophyllkörner führendes Parenchym (in dem sich einige Ölzellen finden), das nach innen zu von dem Bastzellringe abgeschlossen wird. Derselbe besteht aus isolirten, im Längsverlaufe in anastomosierender Verbindung (federnde Verbände) stehenden Gruppen typischer Bastzellen mit stark verdickter Wand (*B* in Fig. 3), die Belege der primären Bündel. Die die einzelnen Bastzell-Gruppen verbindenden Parenchymzellen sind zwar schon etwas verdickt (*x*, Fig. 3) und deutlich verholzt, tragen jedoch noch nicht den Charakter von Sclereiden. Innerhalb des Bastzellringes folgt dann die sehr schmale sekundäre Rinde, die noch keine Bastzellen oder Ölzellen enthält.

Bei weiterer Entwicklung der Rinde (Fig. 4) bleibt zunächst die Epidermis unverändert erhalten und auch die primäre Rinde (*pR*) erfährt aufser einer unbedeutenden Verbreiterung nur eine geringe Veränderung. Sclereiden fehlen ihr gänzlich. Dagegen hat sich der Bastzellring zu einem gemischten Ringe entwickelt (*gR*, Fig. 4), indem die die Bastzellgruppen verbindenden Parenchymzellen sich stark verdickt haben und zu typischen Sclereiden geworden sind (*scl*, Fig. 4). Am stärksten hat sich die sekundäre Rinde verändert. In ihr sind bereits deutlich Rindenstrahlen (*rst*) erkennbar und in dem zwischen denselben liegenden Gewebe bemerkt man nicht nur Schleim- und Ölzellen, sondern auch Bastzellen des für den Zimmt typischen Baues (*B*, Fig. 4). Besonders schön sind die Schleimzellen (*Sch.*) sowohl bei Präparation in Alkohol, wie auch nach Einlegen in verdünntes Glycerin zu erkennen. Man sieht, dass sie ein sehr kleines Lumen und eine dicke Schleimmembran besitzen, welche sehr schöne Schichtung erkennen läfst, in Wasser quillt und sich gegen Reagentien wie eine echte Schleimmembran verhält. Von den Ölzellen und ihren Beziehungen zu den Schleimzellen wird weiter unten die Rede sein.

Von Korkbildung ist noch nichts zu bemerken. Die ersten Anfänge derselben sieht man an 13 mm dicken Zweigstücken, wie solche (besonders von Cinnam. ceylanicum in Ceylon geschnitten) jetzt vielfach als Spazierstöcke in den Handel kommen. Diese Zweigstücke haben eine braune glänzende Grundfarbe und zeigen zahlreiche gelbrote Flecke, von denen jeder in der Mitte ein rundliches oder gestrecktes Wärzchen führt. Die letzteren sind Lenticellen und von ihnen nimmt die Korkbildung ihren Ausgang. In der unmittelbar unter der Epidermis liegenden Zellreihe beginnt Tangentialteilung, und in dem vorliegenden Stadium sind bereits ungefähr 7 Korkzellreihen gebildet (Fig. 4a). Die beiden zu innerst liegenden Reihen haben sich ziemlich stark verdickt und zeigen reiche Tüpfelung (*x*, Fig. 4a). Sie bilden den sogen. Steinkork, und da ihre Wand gelblich ist, so scheint die ganze Schicht gelb durch und bedingt so die gelbe Farbe der grossen Flecke. Bei den übrigen, braunen Partien scheint die braungraue primäre Rinde durch.

Die Droge bildet Stücke, deren Dicke ziemlich variiert. Man findet solche von nicht ganz 1 mm bis zu solchen von 3 mm. Die Farbe der meist nur einfach gerollten (Fig. 1) Rindenröhren ist gelbbraun („zimmtbraun"). Auf dem Querschnitte sieht man bisweilen den gemischten Ring (in der Mitte) oder doch eine hellere Sclereidenzone (siehe unten), innerhalb derselben ist die Rinde fein radial gestreift. Meist ist der Kork und ein Teil der primären Rinde durch Schaben mit einem Messer entfernt, nie geht diese Schälung bis zum gemischten Ringe. Sie reicht etwa bis zu dem Punkte, wo in Fig. 5 die Bezeichnung *scl* steht. Oft aber sind auch die geschälten Stücke noch partiell mit dem Korke bedeckt, so dafs man selten Mühe haben wird, an der Droge den Kork aufzufinden. Der Kork dieser älteren Rinden zeigt viel Übereinstimmung mit dem eben beschriebenen Stadium. Zu äufserst liegt ein dünnwandiger Reihenkork (*k*, Fig. 5) — selten be-

deckt diesen auch noch die Epidermis —, dann folgt der oben erwähnte Steinkork (*x*, Fig. 5), (den ich übrigens bei einigen Rinden nicht auffinden konnte) und dann eine Reihe sehr eigenartig gestalteter Korkzellen mit aufsen und an den Seiten verdickten Wänden (*y*, Fig. 5), die entweder auch die Breite der typischen Korkzellen haben, oder durch eine Radialwand in zwei geteilt sind, immer aber aus einer Phellogenzelle hervorgehen. Zu innerst liegt das Phellogen (*phg*), das jedoch weitere Schichten oft nicht mehr erzeugt. Doch fand ich bei einer auf Java selbst gesammelten dickeren Rinde, dafs das Phellogen zu Phellodermbildung geschritten war und einige Reihen von teils dünnwandigen typischen Korkzellen, teils einseitig, und zwar auf der Innenseite (hufeisenartig) verdickten Zellen gebildet hatte (*pd*, Fig. 5a). Ältere, 4 mm dicke Rindenstücke zeigen eine mehr oder weniger starke Korkbildung, die in Beziehung zu dem Orte der Lenticellen zu stehen scheint.

Bisweilen enthalten die Korkzellen Phlobaphenmassen, alsdann erscheint die Rinde aufsen braun, führen sie Luft, so erscheint sie silberweifs.

Die auf den Kork nach innen zu folgende Rindenschicht, die Mittelrinde, ist aus der primären Rinde hervorgegangen. Die Zellen zeigen oft die charakteristische Tangentialdehnung und radial gestellte Teilungswände, so dafs man oft noch deutlich erkennen kann, welche Zellen aus einer Rindenzelle durch Radialteilung hervorgegangen sind. Einige der Rindenparenchymzellen pflegen zu sclerotisieren (*scl*, Fig. 5), doch wird ihre Wand selten sehr dick. Oft sind sie nur auf der Innenseite verdickt (Fig. 5). Die Tüpfel sind einfache und meist rundlich. Einige der Rindenparenchymzellen zeigen eine eigentümliche Fächerung (*x*, Fig. 5). Ölzellen sind selten. Das ganze Gewebe der Mittelrinde, auch oftmals die Sclereiden, führt reichlich Stärke oder Phlobaphene. Die Membranen der Zellen sind tief rotbraun gefärbt. In der lebenden Pflanze sind die Membranen farblos und im Inhalte der Zellen findet sich eine Gerbstofflösung. Beim Absterben des Plasmas gelegentlich des Trocknens der Rinde dringt die Gerbstofflösung in die Membran, oxydiert sich hier zu einem rotbraunen Phlobaphene, dem Zimmtrot, und färbt so die Membran in der beschriebenen Weise. In der primären Rinde liegen vereinzelte Sekretzellen (s. unten).

Auf die Mittelrinde folgt der gemischte Ring (*gR*, Fig. 5). Derselbe ist als solcher um so schwieriger zu diagnostizieren, je älter die Rinde ist. Denn mit dem fortschreitenden Dickenwachstum wird der ursprünglich fest zusammenhängende (Fig. 3) Bastzellenring mehr und mehr auseinandergesprengt, und da neue Bastzellen nicht gebildet werden, wohl aber das sich zwischen die gesprengten Bastzellgruppen einschiebende Parenchym sclerotisiert, so besteht der gemischte Ring älterer Rinden aus sehr vielen Sclereiden (*scl*) und verhältnismäfsig wenigen Bastzellen (*B*), die bald zu wenig-gliederigen Gruppen vereinigt sind, bald isoliert liegen. Für gewöhnlich schreitet die Sprengung bei der Zimmtkassie — schon frühzeitig — so weit vor, dafs der Ring vollständig gesprengt erscheint und stellenweise sogar parenchymatische Durchbrechungen (*x* in Fig. 5) zeigt. Diese Erscheinung pflegt eine starke Sclerose zu begleiten, so dafs an Stelle des typischen Ringes ein breiter lockerer Sclereidenring sich findet, in dem man nur mit Mühe noch die einzelnen Bastfasern auffindet und den man kaum noch Sclerenchymring nennen kann. Es ist vielmehr eine breite Sclerenchymzone mit vielen Sclereidennestern. Meist liegen die sclerotischen Elemente noch viel lockerer, als es die Fig. 5 zeigt.

Bei Cinnamomum Burmanni Bl., deren Rinde bisweilen in der Zimmtkassie des Handels vorkommt, bleibt der gemischte Ring lange erhalten.

Betrachtet man den gemischten Ring auf einem tangentialen Längsschnitte, so sieht man, dafs die Bastzellen (*B*) untereinander in anastomosierender Verbindung stehen (Fig. 7) und in den die Zwischenräume ausfüllenden Sclereidenverbänden hier und da parenchymatische Durchbrechungen auftreten (*x* in Fig. 7), die den Saftverkehr in radialer Richtung vermitteln.

Die Bastzellen des gemischten Ringes sind sehr stark verdickt (*B* in Fig. 5 und 7), und zwar gestreckt (*x*, Fig. 11), aber nicht so lang wie gewöhnlich. Man findet daher häufig die kegelförmigen Enden (Fig. 7). Die Sclereiden sind typische Bracheiden, also kurz, oft quadratisch und mehr oder weniger stark verdickt (Fig. 9 und *scl*, Fig. 7), oft mehr auf der Innenseite (gegen das Kambium hin), als gegen die Aufsenseite. Sie sind verhältnismäfsig wenig tangential gestreckt (Unterschied von Ceylonzimmt, Taf. 32, Fig. 1). Ihre Wand ist stets stark verholzt. Sie führen bisweilen Stärke oder einen Phlobaphenklumpen.

Die auf den gemischten Ring folgende Rindenpartie führt die Protophloembündel (*pPh*, Fig. 5), d. h. die Siebteile der primären Bündel, die ursprünglich zwischen je 2 primären Rindenstrahlen gelegen, durch nachträgliche Verschiebungen bisweilen über die Enden derselben geschoben werden (Fig. 5, *prst*, primärer Rindenstrahl). Ihre Elemente sind stets obliteriert.

Die sekundäre Rinde wird in radialer Richtung von primären (*prst*) und sekundären (*srst*) Rindenstrahlen durchzogen. Die letzteren zeigen das typische Bild, auf dem radialen Längsschnitte: mauerförmig (*rst* in Fig. 8), auf dem tangentialen: gestreckt-länglich (*rst* in Fig. 6). Sie sind meist 2 Zellen breit (Fig. 5 und 6) und bis 25 Zellen hoch. Die — häufig Kalkoxalatnadeln führenden — Rindenstrahlzellen sind im inneren Teile der sekundären Rinde radial, im äufseren oft mehr oder weniger stark tangential gestreckt. In den äufseren Teil dringt bisweilen ein Sclereidenkeil von aufsen ein. Das zwischen den Rindenstrahlen liegende Gewebe besteht aus Phloemparenchym (*php*, Fig. 5, 6 u. 8) und Sieb-

bändern (*s* und *obl*, Fig. 5 u. 8), zwischen welche Bastzellen (*B*, Fig. 5 u. 8), Öl- und Schleimzellen (*Sch* und *oez*) und eigentümliche sclerotisierte Zellen eingestreut sind.

Das Phloemparenchym (*php*) ist typisches Rindenparenchym mit durch Zimmrot gebräunten Wänden und führt reichlich Stärke. Die Zellen sind in der Längsrichtung etwas gestreckt und oft getüpfelt, übrigens meist schmäler als die Parenchymzellen der primären Rinde. Die Stärke (Fig. 12) besteht aus rundlichen oder wenig gestreckten Körnern, die bisweilen zu mehreren (2—4) zusammengesetzt sind und oft einen einfachen oder mehrstrahligen Spalt besitzen. Ihre Gröfse beträgt 4—20 mik, meist 10—13 mik. Sie findet sich aufser in der primären Rinde (hier oft besonders grofse Körner), im Phloemparenchym und den Rindenstrahlen auch noch oft in den Sclereiden. Auch Kalkoxalat in Nadeln (Fig. 5 u. 6) ist im Phloemparenchym zu finden, häufiger aber in den Rindenstrahlzellen (*kr*, Fig. 6). Gerbstoffe lassen sich (mit Eisenchlorid, Kaliumbichromat u. s. w.) ebenfalls im Inhalte der Phloemparenchymzellen wenigstens frischer Rinden nachweisen.

Die Siebröhren und Geleitzellen (*s*, Fig. 5) sind nur in dem an das Kambium (*c*) unmittelbar angrenzenden Partien deutlich. Schon ein kleines Stück weiter draufsen sind sie zu den charakteristischen Keratenchymbändern obliteriert (*obl*, Fig. 5), die die Lumina der Zellen nur als zarte Linien erkennen lassen.

Die Bastzellen der sekundären Rinde (Fig. 11 und *B* in Fig. 5 u. 8) sind relativ kurz, 250—300—700, meist 500 mik lang und 15—45, meist 30—40 mik breit, im Querschnitt rundlich oder etwas tangential gedehnt. Bei Cinnamomum Burmanni sind die Bastzellen meist schmäler, 15—35 mik breit. Sie besitzen meist mehr oder weniger spitze (Fig. 11), selten ganz stumpfe, keilförmig zugeschärfte oder gar gegabelte Enden und ein sehr enges spaltenförmiges Lumen. Seltener sind solche mit dünner Wand und weitem Lumen, bei denen das Lumen weiter ist, als die Breite der doppelten Wanddicke beträgt. Bisweilen sind sie knorrig, infolge von Eindrücken der benachbarten Zellen, meist glattwandig. Auf dem Querschnitte erscheinen sie geschichtet. Sie liegen entweder isoliert (der gewöhnliche Fall) oder zu wenig (2)-gliederigen Gruppen vereinigt und anastomosiren bisweilen miteinander. Nie bilden sie (wie beim Ceylonzimmt Taf. 32, Fig. 1) Tangentialreihen. Die primären Bastzellen des gemischten Ringes sind meist etwas schmäler und stets länger (bis 3 mm).

Die Sekretzellen, sowohl die Schleimzellen (*Sch*) wie die Ölzellen (*oez*), besitzen in der Wand eine verkorkte Lamelle, eine Eigentümlichkeit, die allen Sekretzellen, die Öl führen, zuzukommen scheint. Man kann die Verkorkung am besten an Schnitten nachweisen, die durch Einlegen in Schultzesche Macerationsflüssigkeit entfärbt waren. Sie werden auch beide gleich angelegt, besitzen die gleiche Gröfse und sind nur durch ihre weitere Entwicklung und durch ihren Inhalt zu unterscheiden. Dabei tritt als erschwerendes Moment noch die Thatsache hinzu, dass bei der Droge viele der Sekretzellen ganz leer sind (der Schleim ist aufgelöst worden und das Öl in das umgebende Gewebe diffundiert) und in dem vorliegenden Stadium auch bei der lebenden Pflanze offenbar schon oftmals leer waren, denn die umgebenden Zellen haben sich in die Sekretzellen hinein vorgestülpt. Wo man ihren Inhalt feststellen kann, zeigt sich, dafs die Ölzellen überwiegen.

Die Schleimzellen besitzen eine aufserordentlich stark, bis fast zum Verschwinden des Lumens verdickte (sekundäre) Schleimmembran, die, wenn man die Schnitte in Alkohol oder Glycerin liegend beobachtet, sehr schöne Schichtung erkennen läfst (*Sch* in Fig. 5 u. 8), die besonders schön bei jungen Rinden hervortritt (Fig. 3 und 4). Bisweilen liegt im Centrum der Schleimzelle ein kleines Bündel von Kalkoxalatnadeln.

Die Ölzellen, die man übrigens auch, wennschon in geringerer Zahl, im Holz und Mark antrifft, sind von der gleichen Gröfse wie die Schleimzellen. Sie sind auf dem Querschnitte (Fig. 5) rundlich, 40—85 mik, bisweilen bis 120 mik und mehr, meist 60—70 mik weit, tangential gestreckt (Fig. 8), auf dem Längsschnitte oval, etwas gestreckt, bis 85, ja 120 mik lang, oft zu mehreren (2—5) über- (selten neben-) einander liegend. Die weitesten liegen in der Zone zwischen dem Sclerenchymring und dem Ende der Rindenstrahlen. Bei Cinnamomum Burmanni Bl. sind die Ölzellen meist schmäler, 35—70 mik, aber auch weitere (bis über 100 mik) sind zu finden. —

Besonders reich an Ölzellen sind die behaarten Blattstiele, die denn auch reichlich Öl liefern. In der subepidermalen Rindenpartie liegen die Ölzellen hier oft so dicht, dafs sie sich fast berühren.

Wie schon erwähnt, sind junge Anlagen von Schleim- und Ölzellen nicht von einander zu unterscheiden. Wie die Ölbildung in den Ölzellen erfolgt, habe ich an getrockneten und frischen, sowie an Alkohol- und Sublimat-Material festzustellen gesucht. Es scheint, dafs die Ölbildung auf zwei verschiedene Arten erfolgt. Immer aber entsteht das Sekret in der Membran. Die eine der Entstehungsarten ist die gleiche, wie man sie bei anderen Ölzellen beobachtet. Es stülpt sich die an das Lumen grenzende innerste Membranlamelle, die „innere Haut", blasenförmig in das Lumen vor, und in dieser Membrantasche erfolgt die Ölbildung (Fig. 8, *oez*). Dabei kann der Fall eintreten, dafs die Vorstülpung nur an einer Stelle (Fig. 5 u. 8), oder aber an mehreren (Fig. 13, *g.n*) oder an vielen (Fig. 13, *l*) erfolgt, oder endlich die innere Haut eine gröfsere Strecke weit abgehoben erscheint, oder gar ringsum sich ablöst (Fig. 13, *k*). Löst man das Sekret mit Alkohol heraus, so bleibt die unter der inneren Haut liegende „resi-

nogene Schicht“ als vacuoliges Gebilde zurück, als welches sie auch oft schon ohne vorherige Behandlung mit Reagentien erscheint. Das Sekret entsteht also in einer als resinogene Schicht ausgebildeten Membranschicht und die Ölzelle wird von vornherein als solche angelegt. Es kommt aber auch der Fall vor, dafs in der jungen Zelle zuerst mehrere Schichten Schleimmembran gebildet werden und dann erst die Bildung der vacuoligen resinogenen Schicht erfolgt (Fig. 13a). Diese Schleimmembran-Anlage kann entweder ringsum erfolgen (Fig. 13a) oder lokalisiert sein (Fig. 13b). Ob sie späterhin samt der resinogenen Schicht resorbiert wird, kann ich mit Bestimmtheit nicht behaupten, glaube aber, dafs es geschieht, denn man findet oftmals in der resinogenen Schicht Stücke der Schleimmembran als helle, gestreckte oder rundliche Gebilde liegen (Fig. 13, *f, h, i*), ja es scheint sogar möglich, dafs sich die schon weit in ihrer Entwicklung vorgeschrittene Schleimmembran nachträglich zu einer resinogenen Schicht differenziert, vacuolig wird und das Sekret erzeugt (Fig. 13, *o* und *m*). Ob das gebildete Öl im normalen Falle die innere Haut passiert und in das Zelllumen eintritt oder dauernd in den von der inneren Haut umschlossenen Blasen oder Streifen auch nach Resorption der resinogenen Schicht eingeschlossen bleibt, war nicht sicher zu ermitteln. Es scheint beides vorzukommen. Jedenfalls entsteht also auch hier das Sekret in der Membran.

Die Öltropfen und Klumpen, die man in den Ölzellen antrifft, bräunen sich mit Osmiumsäure und speichern Theerfarbstoffe. Bei frischem Material kann man in ihnen mittelst salzsauren Anilins den Zimmtaldehyd nachweisen: es tritt Gelbfärbung ein und es schiessen Nadeln von Zimmtanilid an. Bei der Droge ist der Zimmtaldehyd fast ganz in das umgebende Gewebe diffundirt, die Membranen infiltrierend.

Da der Werth einer Zimmtrinde im umgekehrten Verhältnis zu der Menge der Schleimzellen und in direktem Verhältnis zu der Zahl der Ölzellen steht, so wird die Kultur ihr Augenmerk darauf zu richten haben, die Zahl der letzteren zu steigern. Klima und Bodenbeschaffenheit scheinen darauf von Einflufs, wie die Zimmt-Kulturen in Ceylon zeigen.

Jedenfalls kann man jetzt schon sagen, dafs bei den schlechten, schleimreichen Zimmtsorten in den Sekretzellen Schleimmembranen angelegt werden, bei den guten jedoch in denselben Ölbildung erfolgt ist.

Als letztes Element der Rinde sind eigentümliche kurze oder wenig gestreckte Zellen zu nennen, die oftmals die Siebbündel begleiten (*y*, Fig. 8) oder in dieselben eingebettet erscheinen (*y*, Fig. 5), aber auch sonst im Gewebe auftreten und stets durch ihre dickere Wand und runden Querschnitt schon auf dem Rinden-Querschnitte leicht erkannt werden können. Sie besitzen zahlreiche einfache rundliche oder ovale Tüpfel (Fig. 8, *y* und Fig. 10) und liegen oft zu mehreren neben- oder übereinander. Ihrem ganzen Aussehen nach gehören sie zu den (dünnwandigen) Sclereiden. Es sind offenbar sklerotisirte Phloemparenchymzellen, deren Auftreten nicht besonders auffallen kann, da die parenchymatischen Elemente der Zimmtrinde (nicht nur im gemischten Ringe, sondern auch in der primären Rinde) zur Sclerose neigen. Bei einem Zimmtmuster aus Java lagen sogar typische Sclereidennester in der sekundären Rinde.

Um das histologische Detail gut wahrnehmen zu können, behandelt man die Schnitte mit verdünntem Kali.

Tafel 32.

Cort. cinnamomi ceylanici.

Ceylonzimmt, Canelle de Zeylan, Cinnamom.

Die Rinde des Ceylonzimmtes von dem in Ceylon kultivierten Cinnamomum ceylanicum Nees, der sich im Handel in Form 0,5 mm dicker, ineinander geschobener, rehbrauner, doppelt eingerollter (Taf. 31, Fig. 2) Röhren findet, ist bekanntlich, da er von jungen Zweigen stammt, sehr viel dünner als die Zimmtkassie und von den äufseren Geweben (Periderm und primäre Rinde) bis zum gemischten Ringe hin durch Abschaben mit einem gekrümmten Messer (abgebildet in Tschirch, Indische Heil- und Nutzpflanzen) befreit, so dafs der gemischte Ring zu äufserst zu liegen kommt (Taf. 32, Fig. 1). Die zarte helle Zeichnung der Oberfläche des Ceylonzimmtes — helle, anastomosirende Linien umschliefsen gestreckte Felder — rührt her von den anastomosirenden Bastzellgruppen des gemischten Ringes. Derselbe ist bei den jungen Ceylonzimmtrinden meist noch geschlossen und besteht aus kleinen Bastfasergruppen und zahlreichen und grofsen Sclereidenverbänden zwischen diesen (Taf. 32, Fig. 1, *gR*). Die Sclereiden zeigen auffallend starke Tangentialstreckung. Die Bastzellgruppen sind hier wie bei der Zimmtkassie meist an den äufseren Rand geschoben. Die sekundäre Rinde ist hier dadurch ausgezeichnet, dafs sie sehr viel früher schon Bastzellen bildet als die Zimmtkassie (Fig. 4). Bereits in einem 0,5 mm dicken Rindenstück waren zahlreiche Bastzellen nachzuweisen, und ein 1,10 mm starkes zeigte schon viele Tangential-Reihen meist isolierter, aber auch da und dort zu zweien und mehreren vereinigter Bastfasern

(Taf. 32, Fig. 1). Die Breite der meist in tangentialer Richtung verbreiterten Bastzellen ist beim Ceylonzimmt oft geringer als bei der Zimmtkassie, sie beträgt meist 10—30 mik, doch steigt die Dicke auch bisweilen auf 40 mik. Eine Unterscheidung der beiden Zimmtrinden läfst sich hierauf nicht gründen.

Die in der sekundären Rinde liegenden Sekretzellen gleichen denen der Zimmtkassie. Ihr Durchmesser beträgt 45—75 mik, meist um 50 mik und steigt nur selten auf 100 mik und mehr (in den äufseren Partien). Im grofsen und ganzen sind sie also schmäler als bei der Zimmtkassie, doch läfst sich auch hierauf kein durchgreifender Unterschied basieren. Mir scheint, sie sind zahlreicher als bei der Zimmtkassie im gleichen Entwicklungsstadium, was wohl auf die Kultur in weifsem Sande zurückzuführen ist.

Die Rindenstrahlen sind deutlich (Taf. 32, Fig. 1, *rst*).

Die das Rindenparenchym erfüllende Stärke ist meist 5 bis 10 mik breit, also etwas kleiner als bei der Zimmtkassie des Handels. Bisweilen fehlt die Stärke oder ist nur in geringer Menge vorhanden. Durch das Schälen wurde der Kork und die primäre Rinde entfernt. Da in der letzteren auch Ölzellen (wenn auch nicht viele) liegen, so liefern diese „Chips“ bei der Destillation ebenfalls ätherisches Öl und werden darauf in Ceylon verarbeitet.

Zimmtkassie.

Das Pulver.

Dem Pulver der Zimmtkassie geben die oben beschriebenen Bastzellen den Charakter. Dieselben selbst im Pulvis subtilissimus entweder noch vollständig intakt oder doch wenigstens in sehr grofsen Bruchstücken vorhanden, lassen sich leicht an Form und Lumen erkennen und messen. Neben ihnen finden sich isodiametrische oder gestreckte und verbogene Sclereiden einzeln oder zu Gruppen vereinigt, einige mit den charakteristischen einseitigen Wandverdickungen, andere mit verzweigten Porenkanälen und ringsum gleichmäfsig verdickter Membran. Beide, Sclereiden und Bastzellen, sind verholzt, besonders stark erstere, färben sich also mit Phloroglucin-Salzsäure rot. Die übrige Masse des Pulvers wird von den rundlichen oder zusammengesetzten Stärkekörnern und Gewebstrümmern gebildet; Korkzellen sind unter letzteren ebenso wie intakte Schleim- und Ölzellen sehr selten, besonders selten bei dem Pulv. subtilissimus. Um die Gewebselemente deutlich zu erhalten, präpariert man in Chloral.

Ein brauchbares Unterscheidungsmerkmal der gepulverten Zimmtkassie und des Ceylonzimmt, die sich bekanntlich am Geruche sofort und auch an ganz kleinen Bruchstücken noch sehr gut anatomisch unterscheiden lassen, giebt es nicht.

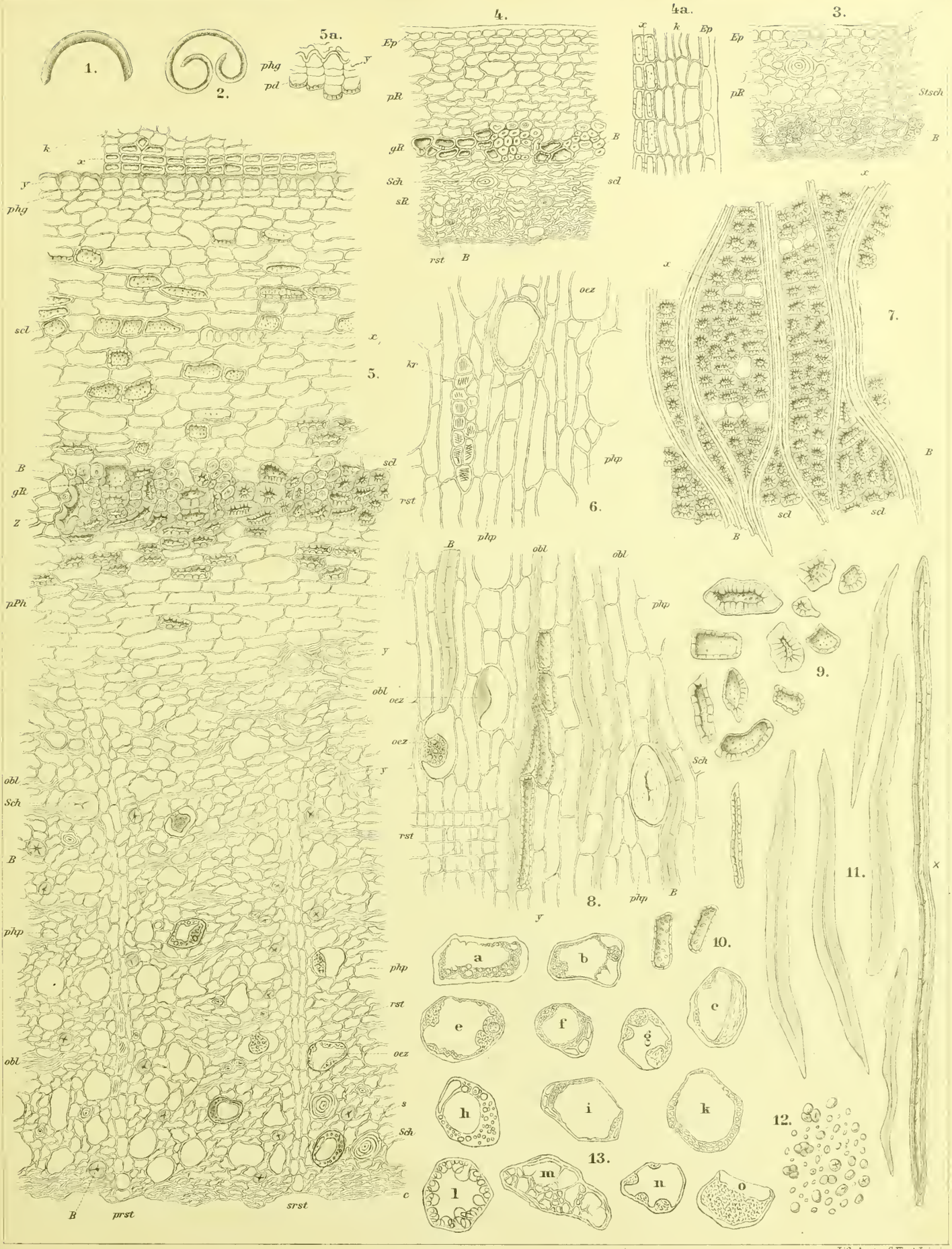
Tafel 31.

Erklärung der Abbildungen.

Cinnamomum Cassia Bl.
(exkl. Fig. 2 u. 4a).

Fig. 1. Querschnitt der Cassienrinde. Lupenbild.
„ 2. Querschnitt durch den Ceylonzimmt. Lupenbild.
„ 3. Querschnitt durch eine junge Cassienrinde. Der gemischte Ring in Bildung begriffen. *Stsch* Stärkescheide.
„ 4. Etwas älteres Stadium. Der gemischte Ring (*gR*) fertig gebildet. In der sekundären Rinde sind schon Bastfasern und Sekretzellen sichtbar.
„ 4a. Entstehung des Korkes in der subepidermalen Schicht beim Ceylonzimmt. *x* Steinkork.
„ 5. Querschnitt durch ein besonders dickes Stück (Fig. 1) der Handels-Zimmtkassie, welches noch mit dem Korke (*k*) bedeckt war. Der gemischte Ring (*gR*) ist schon gesprengt (bei *x*). Es ist eine Stelle gewählt, wo noch ungewöhnlich viele Bastzellen (*B*) im gemischten Ringe sichtbar sind.
„ 5a. Phellodermbildung bei einer selbst (in Java) gesammelten älteren Cassiarinde.
Fig. 6. Tangentialer Längsschnitt durch die sekundäre Rinde eines Handelsmusters. In dem Rindenstrahl Oxalatnadeln.
„ 7. Tangentialer Längsschnitt durch den gemischten Ring einer älteren Rinde. *x* Durchbrechungen des Sclereidenverbandes der anastomosierenden Bastzellbänder.
„ 8. Radialer Längsschnitt durch die sekundäre Rinde eines Handelsmusters (das gleiche wie Fig. 6). *Sch* Schleimzelle, *oez* Ölzellen, *y* (wie in Fig. 5) junge Sclereiden.
„ 9. Isolierte Sclereiden mit bald allseitig, bald einseitig verdickten Wänden, meist Brachysclereiden.
„ 10. Junge Sclereiden der sekundären Rinde (*y*, Fig. 5 und 8).
„ 11. Bastfasern der sekundären Rinde, bei *x* eine Bastfaser des gemischten Ringes.
„ 12. Stärkekörner.
„ 13. *a—o* (*d* ist fortgelassen) Sekretbildung in den Ölzellen.

Cort cinnamomi cassiae.



Lith. Anst. v. C. First Leipzig.

Cort. canellae.

Weisser Kaneel, weisser Zimmt, Canelle blanche, Canella bark.

Ein junger Zweig der Canella alba Murray von 3 mm Dicke besitzt eine ca. 1 mm dicke Rinde. Dieselbe ist bedeckt von einer auf der Aufsenseite stark verdickten Epidermis und läfst deutlich eine Scheidung in die primäre und sekundäre Rinde erkennen. Die primäre Rinde ist ein aus rundlichen Zellen bestehendes Parenchym, in dem sich bereits zahlreiche Ölzellen finden und deren äufserste Reihen collenchymatisch verdickt sind. Die schmale sekundäre Rinde besteht vorwiegend aus den Siebgruppen und wird in radialer Richtung von schmalen Markstrahlen durchzogen, die in ihren Zellen Kalkoxalatdrusen führen. Zwischen primärer und sekundärer Rinde liegt ein lockerer Kranz von meist isolierten Bastfasern, die eine dünne Wand und ein weites Lumen besitzen und nur sehr schwach verholzt sind, sich also mit Phloroglucin-Salzsäure nur schwach färben. Es sind die zersprengten Belege der primären Bündel. Schon eine wenig dickere Rinde zeigt die beginnende Korkbildung. Dieselbe setzt in der unmittelbar unter der Epidermis liegenden Zellschicht ein und erfolgt zunächst in der Weise, dafs ausschliefslich Kork nach aufsen abgeschieden wird. Die Phellodermbildung erfolgt erst später.

Die Rinde, wie sie in der Droge vorliegt, ist 2—4 mm dick und fast vollständig vom Korke befreit, der sich im Phellogen leicht ablösen läfst. Dadurch kommen die Phellodermmassen nach aufsen zu liegen und geben der Rinde an der Aufsenseite die charakteristische blafs-rötlich-gelbe Farbe, die durch kleine weifse flache Grübchen da und dort unterbrochen wird. Der Querschnitt zeigt, mit der Lupe betrachtet (Fig. 2), zu äufserst die Phellodermmassen, als unterbrochene Schicht. Von ihr aus senken sich die breiten primären Rindenstrahlen keilförmig nach innen (*rst*, Fig. 2). Zwischen diesen bemerkt man die breiten, keilförmigen Partien der sekundären Rinde (*sb*, Fig. 2), die von sehr zarten, wellig verlaufenden Rindenstrahlen in radialer Richtung durchzogen sind. Der Kork (*k*) ist nur in einzelnen Lappen da und dort erkennbar.

Die Anatomie (Fig. 3 u. 3a) ist folgende.

Der Kork ist ein typischer Reihenkork (*k*, Fig. 3) und besteht aus tafelförmigen, wenig verdickten Zellen. Das Phellogen (*phg*) ist sehr zartwandig. Da es unmittelbar an das stark verdickte Phelloderm (*pd*) grenzt, so reifst in ihm der Kork aufs leichteste ab. Das Phelloderm wird wie der Kork nach aufsen in regelmäfsigen Radialreihen vom Phellogen nach innen abgeschieden. Bei weitem die Mehrzahl der Phellodermzellen verdickt sich rasch zu eigentümlichen Sclereiden (Brachysclereiden), die für gewöhnlich auf der Aufsenseite (gegen das Phellogen hin) sehr wenig, sehr stark dagegen auf der Innenseite verdickt sind. Die Wand ist in den verdickten Partien von zahlreichen, bisweilen verzweigten Tüpfelkanälen durchzogen, stets verholzt und deutlich geschichtet (Fig. 3, *pd* und Fig. 9). An einigen Stellen (*x*, Fig. 3) bleiben die Phellodermzellen unverdickt. Es sind dies die Stellen, die bei Betrachtung der Aufsenseite der Rinde als helle, vertiefte Flecke erscheinen, denn an diesen Stellen sinkt das Gewebe oft ein oder löst sich ganz heraus. In diesen unverdickten Zellen findet man bisweilen eine Oxalatdruse. Die Schicht dickwandiger, sclerotischer Phellodermzellen ist oft unterbrochen, ja bisweilen liegen sogar einige isoliert weiter im Innern (Fig. 3 bei *y*).

Das Gewebe der primären Rinde ist ein dünnwandiges Parenchym (*Par*, Fig. 3), dessen noch in mehr oder weniger lebhafter Teilung begriffene Zellen entweder Stärke oder Kalkoxalatdrusen enthalten. Im Querschnitt erscheinen die Zellen rundlich oder schwach tangential-gestreckt, im radialen Längsschnitte rundlich. Eingestreut in das Gewebe finden sich grofse Ölzellen und da und dort, besonders in der Nähe der Siebteilenden, obliterierte Stränge der primären Siebteile (*psb*, Fig. 3).

Die sekundäre Rinde besteht aus den breiten primären Rindenstrahlen und den im Querschnitte mehr oder weniger dreieckig erscheinenden Siebteilsträngen (Fig. 2). Beim Behandeln des Querschnittes mit Jod werden die weifsen Rindenstrahlen blau, die hyalinen Siebteilstrahlen gelb. Die Stärke ist nämlich ganz vorwiegend in den Rindenstrahlen abgelagert (*stä*, Fig. 3a), die sich nach aufsen hin stark verbreitern. Auch Kalkoxalatdrusen sind in den Rindenstrahlzellen häufig (*kr*, Fig. 3a). Eingestreut in das Rindenstrahlgewebe findet man zahlreiche grofse Ölzellen, die im Querschnitte rund oder etwas tangential-gestreckt, im radialen Längsschnitte rund erscheinen. Sie besitzen einen Querdurchmesser von 130—180 mik und sind ebenso grofs oder wenig

kleiner als die Ölzellen der primären Rinde. Sie liegen bald isoliert im Gewebe, bald sind 2—3 zu einer rundlichen Gruppe vereinigt. Ihr Längsdurchmesser ist dem Querdurchmesser gleich. Ihre Wand besteht aus 3 Schichten, einer inneren, in Schwefelsäure unlöslichen Suberinlamelle (Fig. 8, *c*), einer mittleren in Schwefelsäure quellenden, oft gestreiften Schicht (Fig. 8, *b*), und einer äufseren, in Schwefelsäure unlöslichen, sehr zarten Suberinlamelle (*a*). Der inneren Suberinlamelle liegt die resinogene Schicht auf (*rsg*, Fig. 8b). Schleimzellen sind nur sehr selten zu finden. Die Ölzellen sind entweder leer oder enthalten einen gelben Balsamklumpen. Die in grofser Zahl in die Siebteilkeile der sekundären Rinde eingestreuten Ölzellen (*oez*, Fig. 3a), sind sehr viel kleiner, wenigstens sehr viel schmäler als die in den Rindenstrahlen und der primären Rinde liegenden. Ihr Querdurchmesser beträgt 30 bis 100 mik. Auch diese liegen bald isoliert, bald sind sie zu 2—5 gliederigen Längsreihen vereinigt. Im Längsschnitt erscheinen sie nur selten rund, meist mehr oder weniger, oft stark in die Länge gestreckt, bald oval, bald länglich, oft in mannichfacher Weise verbogen und verzogen (Fig. 8a). Indem sich die Elemente der Rindenstrahlen und andere benachbarte Zellen in diese Sekretzellen einstülpen, wird ihre Kontur in der Längsansicht unregelmäfsig. Häufig liegen mehrere, bis fünf übereinander, einen langen, gekammerten Sekretschlauch bildend. Das Gewebe der Siebstrahlen besteht, abgesehen von den eben erwähnten Ölzellen, aus den schon sehr frühzeitig obliterierenden Siebsträngen: Siebröhren, Geleitzellen und Kambiform. Nur am Kambium sind diese drei Elemente noch in allen Teilen deutlich. Schon wenig weiter nach aufsen beginnt die Obliteration, und je weiter man gegen die primäre Rinde hin vorschreitet, um so stärker ist die Obliteration (*obl*, Fig. 3a). Schliefslich sind die Lumina nur noch strichförmig. Die Siebröhren sind sehr schön ausgebildet. Sie besitzen aufserordentlich stark geneigte, steil gestellte Siebplatten, die, da sie meist tangential gestellt sind, auf dem tangentialen Längsschnitte als die bekannten Knotenreihen erscheinen (Fig. 12). Auf dem radialen Längsschnitte sieht man die Siebplatten als rundliche Inseln, in denen die feinen Kanäle als Punkte hervortreten (Fig. 10). Da die Stellung der Platte etwas wechselt, findet man dies Bild auch bisweilen auf Tangentialschnitten. Nicht selten ist die Membran der Siebröhren mit zarten Leistenverdickungen versehen (Fig. 11), die auf Tangentialschnitten oft sehr schön sichtbar sind. Derartige Leistenverdickungen sind bei Siebröhren nicht eben selten (vergl. z. B. Taf. 9). Sie sind nie so stark entwickelt, dafs sie das Zusammendrücken der Siebröhren, die Obliteration derselben, hindern können. Geleitzellen und Kambiform besitzen die typische Form (Angew. Anatomie S. 349).

An den Spitzen der dreieckigen Siebteilkeile oder in der Nähe der primären Siebteile findet man bisweilen einige wenige zerstreute Bastfasern, die nur wenig deutlich hervortreten, da ihre Wand nur wenig oder gar nicht verholzt und stets sehr dünn ist. Die sehr steil gestellten Spaltentüpfel zeigen aber, dafs wir es zweifellos mit Bastzellen zu thun haben. Es sind die Reste des Bastzellringes, den ich oben bei der jungen Rinde beschrieben habe und dessen Elemente sich nicht vermehrt haben. Diagnostische Bedeutung besitzen diese sehr brüchigen und auch jedenfalls wenig biegungsfesten Bastzellen nicht. Im Pulver sind sie zertrümmert und nicht aufzufinden.

Durchzogen ist der Siebteil in radialer Richtung von geschlängelten sekundären Rindenstrahlen, die dem Lupenbild die charakteristische zarte Zeichnung verleihen (Fig. 2). Diese sekundären Rindenstrahlen sind eine Zelle, nur in der Mitte bisweilen zwei Zellen breit (*srst*, Fig. 3a) und 5 bis 20 Zellen hoch. Jede oder doch fast jede Rindenstrahlzelle enthält eine das Lumen fast ganz ausfüllende Kalkoxalatdruse (Fig. 3a), die rundlich ist (Fig. 9a) und wenig hervortretende Randkristalle besitzt.

Die Stärke (Fig. 3a, *stä* und Fig. 13) erfüllt die Rindenstrahlzellen und die primäre Rinde dicht. Die Körner sind klein und rund, bald einfach, bald zu mehreren zusammengesetzt. Ihr Durchmesser beträgt 3—15 mik, meist sind sie etwa 7 mik grofs. Sie sind also kleiner als die der Zimmtkassie.

Das Pulver.

Das Pulver besteht hauptsächlich aus der Stärke. Legt man das Präparat in Chloral, so beobachtet man zahlreiche noch wohlerhaltene Ölzellen, einzeln oder zu mehreren vereinigt, deren Inhalt sich durch Chloral orangegelb gefärbt hat. Die Suberinlamelle hebt sich als zarte Linie scharf ab. Daneben findet man Nester von Phellodermsclereiden oder isolierte Phellodermzellen in Flächenansicht und Fetzen des obliterierten Siebteiles mit den Oxalatdrusen der Rindenstrahlen. Letztere sieht man auch da und dort isoliert. Sie haben einen Durchmesser von 18—26 mik. Schwefelsäure färbt das Pulver tief rotbraun. In Kali entstehen trübe Tropfen.

Cort. cassiae caryophyllatae.

Nelkenzimmt, Nelkenkassie, Canelle giroflée.

Der Nelkenzimmt, die Rinde von Dicypellium caryophyllatum Nees, kommt in kaffeebraunen ineinander gesteckten, spiralig eingerollten, 1—2 mm dicken Röhren in den Handel, die meist vom Korke befreit, dicht und hart sind und splitterig oder körnig brechen.

Der Kork besteht dort, wo er erhalten ist, aus mehreren, oft bis 6 Schichten. Die innerste dieser Schichten läfst innerhalb des Phellogens ein sehr schmales dickwandiges Phelloderm erkennen. Aufserhalb des Phellogens liegen zunächst mehrere Reihen typischer Korkzellen, und dann wird die Schicht durch eine Reihe von einseitig aufsen verdickten (epidermiszellenartigen) Zellen abgeschlossen (Fig. 5, *x*). Die nach aufsen folgenden Schichten bestehen stets zu innerst aus dünnwandigem Kork, sog. Korktrennungsschichten (*ktr,* Fig. 5), und einer Reihe verdickter Zellen in der Art wie *x*.

Die primäre Rinde ist schmal. Sie besteht vorwiegend aus dünnwandigem, gerbstoffreichem Parenchym. Einige ihrer Zellen, und zwar meist solche, die dem Phelloderm mehr oder weniger benachbart sind, sind sclereidenartig verdickt, oft nur auf der Innenseite und den Seiten (*z*, Fig. 5). Einige Ölzellen (*oez*) und Schleimzellen sind in das meist durch Phlobaphenklumpen braun gefärbte Gewebe eingestreut.

Abgeschlossen wird die primäre Rinde nach innen zu von dem schmalen gemischten Ringe (Fig. 5, *gR*), der nur einige wenige, meist am Aufsenrande liegende Bastzellen (*B*) und sehr viele kurze Sclereiden (*scl*) führt. Die letzteren sind entweder allseitig gleichmäfsig verdickt — die meisten — oder zeigen einseitige Verdickung. Die Verdickung beschränkt sich alsdann auf die Innenseite und die Seiten, die Aufsenseite ist dünn (Fig. 5).

Die Innen- oder sekundäre Rinde besteht aus den breiten, keilförmigen, primären Rindenstrahlen und im Querschnitt dreieckig-keilförmigen, von sekundären Markstrahlen durchzogenen Siebteilstreifen (Fig. 4). Die primären Rindenstrahlen (*prst,* Fig. 5) sind in den innersten Partien, am Kambium, 1—2 Zellen breit. Dort zeigen sie oft Radialstreckung. Weiter nach aufsen tritt dann Rindenstrahlverbreiterung (Dilatation) ein. Die Zellen erscheinen immer stärker tangential-gestreckt. In der Nähe des gemischten Ringes ist die Tangentialstreckung oft eine bedeutende. Eingestreut in das Rindenstrahlgewebe findet man zahlreiche Ölzellen (*oez*), die — wie der Längsschnitt lehrt — rundlich sind, einzeln liegen oder zu mehreren vereinigt wenig gliederige Gruppen bilden. Bisweilen sind auch die Ölzellen im Querschnitte tangential-gestreckt. Ihr Durchmesser beträgt 60 bis 125 mik in tangentialer Richtung, in radialer (auf dem radialen Längsschnitte gemessen) ca. 45—50 mik. Die Rindenstrahlenzellen enthalten zahlreiche kleine nadel- oder wetzsteinförmige Oxalatkristalle — ein bei den Lauraceen häufiger Fall. Daneben findet sich Stärke. Bei Behandeln mit Jod sieht man in eine sich gleichmäfsig blau färbende Grundmasse kleine, 1—2 mik grofse tiefblaue Körnchen eingebettet. Vielleicht wird die Rinde behufs Trocknung erhitzt, so dafs die Stärke partiell verkleistert.

Die Siebstreifen bestehen aus abwechselnden Lagen obliterierter Siebbänder und Phloemparenchymstreifen mit eingebetteten Ölzellen. Die letzteren messen in tangentialer Richtung nur 35—55 mik, sind also kleiner als die Rindenstrahl-Ölzellen. Sie sind stark in die Länge gestreckt, oft fast schlauchartig und schmal, 10—25 mik in radialer Richtung. Sie liegen entweder einzeln oder sind zu mehrzelligen Gruppen meist übereinander stehender Zellen vereinigt. Die Membran aller Ölzellen, in denen sich das nach Zimmt und Nelken riechende Öl nebst Harzklumpen befindet, besitzen eine zarte Suberinlamelle. Schleimzellen gleicher Gröfse wie die Ölzellen finden sich in der sekundären Rinde nicht eben häufig. Der Schleim ist Membranschleim (vergl. Taf. 31).

Die Siebbänder (*sb*, Fig. 5) sind so stark obliteriert, dafs man einzelne Siebröhren in ihnen nicht mehr erkennt (Keratenchym). Sie färben sich mit Eisenchlorid dunkel.

Das Phloemparenchym (*php*), aus zartwandigen, in der Organsachse gestreckten Zellen gebildet, enthält Stärke der gleichen Art wie die in den Rindenstrahlzellen vorkommende. Die zu einfachen Vertikalreihen vereinigten kleinen doppelt konturierten Ringe, die man auf der Membran der Phloemparenchymzellen sieht, scheinen Ausstülpungen zu sein, mit denen die Zellen untereinander und mit den Rindenstrahlzellen in Verbindung stehen.

Durchzogen werden die Siebstrahlen in radialer Richtung von schmalen, Oxalat führenden sekundären Rindenstrahlen (*srst*).

In der Nähe des Kambiums, oder doch in den jüngeren Partien der sekundären Rinde finden sich da und dort Streifen oder Nester eigenartiger Bastzellen, doch so selten, dafs oft erst unter 10 Präparaten eines sich zeigt (*lB*, Fig. 5 unten). Sie sind sehr verschieden lang, bald relativ kurz, gestreckt-stabförmig, bald sehr lang wie echte Bastzellen. Ihre Enden pflegen gerade abgestutzt zu sein (Fig. 7, *x*), jedenfalls sind zugespitzte Enden selten. Da ihre Tüpfel spaltenförmig und linksschief gestellt sind, mufs man sie als Bastzellen ansprechen. Man kann sie aber wohl besser zu den Librosclereiden (S. 34) stellen. Ihre Breite beträgt 15—24 mik (in tangentialer Richtung gemessen).

Das Pulver.

Das Pulver zeigt in Jodlösung beobachtet nicht eben sehr zahlreiche Stärkeklumpen. In Choral betrachtet sieht man zahlreiche Sclereiden des gemischten Ringes (Fig. 6), sehr wenige Fragmente der Bastfasern des gemischten Ringes (Fig. 7, *y*) und viele Fetzen des Siebteiles, oft noch wohl erhaltene, verkorkte Ölzellen einschliefsend. Zahlreiche kurze Kalkoxalatnädelchen bedecken das Präparat.

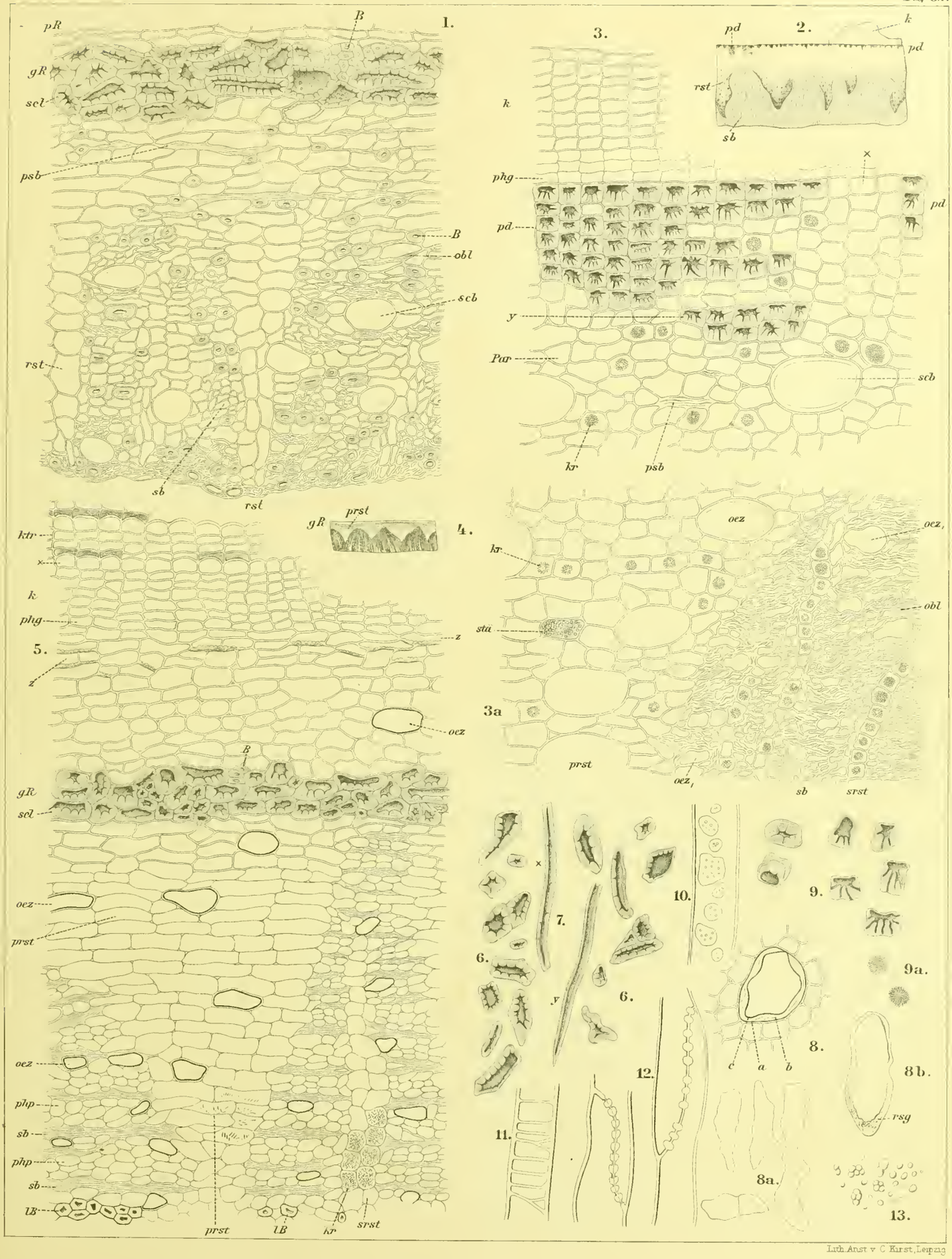
Tafel 32.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. *Cort. cinnamomi ceylanici.*
„ 2—3a und 8—13. *Cort. canellae albae.*
„ 4—7. *Cort. cinnamomi caryophyllati.*

Fig. 1. Quersehnitt durch die Ceylon-Zimmt-Rinde.
„ 2. Lupenbild des Querschnittes der Rinde von Canella alba (weifser Kaneel).
„ 3. Querschnitt durch die Randschieht der Canellarinde mit dem Kork.
„ 3a. Querschnitt durch einen Teil der sekundären Rinde von Canella alba.
„ 4. Lupenbild des Quersehnittes der Rinde von Dieypellium caryophyllatum (Nelkenzimmt).
„ 5. Quersehnitt durch die Rinde von Dicypellium caryophyllatum.
„ 6. Isolierte Sclereiden des gemisehten Ringes der gleichen Rinde.
„ 7. *x* Librosclereiden der sekundären Rinde, *y* Bastzelle des gemischten Ringes aus dem Nelkenzimmt.

Fig 8. Ölzelle der primären Rinde des weifsen Kaneel. *a* und *c* Suberinlamellen.
„ 8a. Isolierte Ölzellen der sekundären Rinde des Kaneel in der Längsansieht.
„ 8b. Eine Ölzelle mit resinogener Schieht (*rsg*).
„ 9. Isolierte selerenehymatisehe Phellodermzellen des Kaneel.
„ 9a. Kalkoxalatdrusen des Kaneel.
„ 10. Siebröhre mit Siebplatten aus dem radialen Längsschnitt der Cort. eanellae.
„ 11. Siebröhren mit Leistenverdiekungen.
„ 12. Siebplatten der Siebröhren aus dem tangentialen Längssehnitte.
„ 13. Isolierte Stärkekörner des Kaneel.



Lith Anst v C Kurst, Leipzig

Rad. taraxaci.

Löwenzahnwurzel, Racine de Pissentit, Taraxacum Root.

Der primäre Bau der Wurzel von Taraxacum officinale L. ist folgender.

Die junge Hauptwurzel ist diarch (oder triarch). Eine Nebenwurzel von 0,10 mm Durchmesser besitzt ein centrales radial-diarches Bündel. Im Siebteile sind bereits einige Milchröhren sichtbar. Aufserhalb der schmalen Endodermis liegen 5 Reihen grofser Rindenparenchymzellen: die primäre Rinde. Dieselbe führt normale Milchröhren. Etwas dickere Wurzeln von etwa 0,26 mm Durchmesser zeigen bereits — bei Haupt- und Nebenwurzeln — sekundären Zuwachs, indem neben den sehr schmalen primären Gefäfsen grofse, bis 40 mik im Durchmesser messende sekundäre auftreten, wodurch sowohl die Diarchie wie die Triarchie verwischt erscheint. Zunächst entsteht meist rechts und links von der centralen Gefäfsteilplatte je ein sekundäres Gefäfs (Fig. 2). Bei einer 0,52 mm dicken Wurzel sind bereits etwa 10 sekundäre Gefäfse gebildet, der Kambiumring ist kreisförmig geschlossen, der Siebteil umgiebt als geschlossener Cylinder den centralen Gefäfsteil, in dem vom primären Bau meist nichts mehr deutlich zu sehen ist. Milchröhren sind in dem Siebteil bereits sehr reichlich gebildet, besonders in der Partie unmittelbar am Perikambium. Die aus etwa 8 Reihen Parenchymzellen bestehende primäre Rinde zeigt starke Lockerung der Zellen, die äufseren Zellreihen gebräunte Wände. Sie wird in der Regel bald nachher abgeworfen, doch kommt es auch vor, dafs sie noch relativ lange erhalten bleibt. Noch bei mehrere Millimeter dicken Wurzeln ist die Endodermis, die dem Dickenwachstum durch lebhafte Radialteilung ihrer Zellen folgt, erhalten und erst jetzt beginnt im Perikambium die Korkbildung.

Die Droge wird von den Pfahlwurzeln gebildet, die bis 2 cm dick und mehrere Decimeter (manchmal $^1/_2$ m und mehr) lang werden, meist aber ihrer Spitze beraubt sind, da beim Herausreifsen aus dem Boden der am tiefsten eingedrungene Teil der fast senkrecht in den Boden sich einbohrenden Wurzel, abreifst. Entweder finden sich einfache Pfahlwurzeln oder die Wurzel teilt sich oben in mehrere Äste (Zasern). Stets ist die Wurzel bekrönt von einem kurzen, etwa 1 cm langen, geraden Rhizom (einer meist unterirdischen Achse), welches gleichfalls bald einfach bleibt, bald sich in mehrere Äste gabelt, „mehrköpfig“ wird. Diese Rhizomstücke tragen an ihrer Spitze ein Blattbüschel und im Frühjahr die Knospen der Blütenstände. Die mit diesen Blattbüscheln versehenen Wurzeln kommen unter dem Namen Rad. taraxaci cum herba in den Handel.

Die Wurzel, die die Hauptmasse der Droge ausmacht, schrumpft beim Trocknen stark, ist aufsen braun und zeigt zahlreiche Längsrunzeln. Da ihr alle mechanischen Elemente fehlen, bricht sie gerade-körnig.

Das Lupenbild des aufgeweichten Wurzelquerschnittes zeigt ein sehr charakteristisches Bild (*m*, Fig. 1). Der relativ schmale gelbe Holzkörper nimmt die Mitte ein und zeigt die zahlreichen Gefäfsöffnungen in Form kleiner Punkte. Oft sind auch die beiden primären Markstrahlen (*pmk*) sichtbar. Sekundäre Markstrahlen fehlen. Die breite Rinde zeigt deutliche, meist kreisförmig ringsumlaufende Zonen (Fig. 1, *R*), die für die Löwenzahnwurzel aufserordentlich charakteristisch sind und von, zu konzentrischen Kreisen angeordneten, mit Siebröhren vergesellschafteten Milchröhren-Gruppen gebildet werden.

Das Lupenbild des Wurzelstockquerschnittes zeigt dagegen ein mehr oder weniger centrales Mark (*m*, Fig. 1a), um welches sich ein Kranz von Gefäfsbündeln herumlegt, die durch zahlreiche Markstrahlen voneinander getrennt sind. Die Rinde zeigt auch hier die gleichen konzentrischen Zonen von Milch- und Siebröhrengruppen, sowie zahlreiche Rindenstrahlen. Da und dort sieht man die fast in horizontaler Richtung die Rinde durchziehenden Blattspurstränge, die von den basalen Blättern in das Rhizom eintreten (*bsp*, Fig. 1a).

Die Anatomie der Wurzel ist folgende. Der centrale Holzkörper läfst in der Mitte die zarten primären Gefäfse erkennen, die bisweilen gebräunte Wände zeigen. Sie sind enger als die sekundären. Dann und wann ist am primären Gefäfsteil sogar noch die Diarchie des primären Baues zu beobachten. Der sekundäre Gefäfsteil, der eigentliche Holzkörper, besteht vorwiegend aus den sehr verschieden weiten — 10—55 mik — Gefäfsen. Dieselben besitzen oft einen etwas eckigen Quersehnitt und liegen bald isoliert, bald sind sie zu weniggliedrigen Gruppen vereinigt (Fig. 13). Ihre Wand ist bald spiralig verdickt (bei der engsten), bald zeigt sie Leiter- oder Netzleistenverdickung (Fig. 9). Die letztere Form

ist die häufigste. Die Wand ist verholzt. Die Trennungswände der Gefäfsmutterzellen sind mit runden Löchern perforiert. Begleitet werden die Gefäfse von einigen wenigen Holzparenchymzellen und eigentümlichen gestreckten und schmalen Zellen, die an den Enden bald gerade abgestutzt, bald zugeschärft sind und deren Wand eine sehr zarte Streifung zeigt, die jedoch erst nach Zusatz von Chlorzinkjod hervortritt. Die beiden schräggestellten Streifensysteme schneiden sich spitzwinklig (Fig. 9, *Er*). Man kann diese Zellen wohl als Ersatzfasern ansprechen. Holzparenchym und Ersatzfasern sind unverholzt. Die beiden primären Markstrahlen sind bei jüngeren Wurzeln gut zu sehen, bei älteren weniger. Sie bestehen aus radialgestrecktem Markstrahlparenchym. Sekundäre Markstrahlen fehlen.

Ein mehrzelliges Reihenkambium (*c*, Fig. 13) umgiebt den Holzkörper ringsum.

Die sekundäre Rinde enthält die schon oben erwähnten, zu konzentrischen Kreisen (Fig. 1) angeordneten Gruppen von Milch- und Siebröhren und als Grundgewebe ein eigentümliches Phloemparenchym, bei dem sich (auf dem Querschnitte) die aus einer Kambiumzelle hervorgegangenen Radialreihen auf weite Strecken deutlich verfolgen lassen (Fig. 13). Auch auf dem radialen Längsschnitte lassen sich diese Reihen gut verfolgen (Fig. 8, links). Die Zellen behalten lange die Länge der Kambiumzellen bei. Die Zellen sind in den äufseren Partien der Rinde rundlich und wenig in die Länge gestreckt, in den inneren schmäler und gestreckt (Fig. 8). Ihre Wand zeigt nach Zusatz von Chlorzinkjod eine sehr zarte Streifung, ganz der gleichen Art, wie sie bei den Ersatzfasern des Holzkörpers beschrieben wurde, nur sehr viel deutlicher. Entweder sieht man zwei sich schneidende helle Streifensysteme auf blauem Grunde (Fig. 8, *x*), oder man sieht kurze, gekreuzte helle Linien bald in geringer (Fig. 8, *y*), bald in grofser Zahl (Fig. 8, *z*) auf dem durch Chlorzinkjod blau gefärbten Grunde leuchtend hervortreten. Diese gekreuzten Linien sehen aus wie gekreuzte Spaltentüpfel, als welche man sie wohl auch auffassen darf. Derartige gestreifte Fasern, die also ein ersatzfaserartiges Phloemparenchym darstellen, habe ich bereits bei Rad. Angelicae beschrieben. (S. 2.) Sie scheinen also bei Wurzeln, denen mechanische Elemente fehlen, häufiger vorzukommen und jene zu vertreten.

Das Phloemparenchym enthält im Zellsafte eine farblose Lösung von Inulin, nur sehr selten Stärke. Das Inulin vertritt — hier wie bei anderen Kompositen — die Stärke als Reservestoff. Der Inulingehalt ist am geringsten auf der Höhe der Vegetationsperiode, am gröfsten im Herbst (Oktober) nach Abschlufs derselben, wo er 25 Proz. erreichen kann. In der Droge bildet das eingetrocknete Inulin meist in Wasser lösliche Klumpen in den Zellen. Legt man frisch gegrabene Wurzeln in Alkohol, so kristallisiert es in eigentümlichen Sphärokristallen aus (Fig. 7 und Fig. 11, *kr*), die entweder kugelig oder wulstig, oder halbkugelig oder gefächert sind, oft zu vielen vereinigt auftreten, ja ganze Zellgruppen erfüllen und alsdann ganz unabhängig von dem Wandnetz zu kristallisieren scheinen. Oft sieht man, dafs jeder Sphärokristall aus radial um einen Mittelpunkt gestellten Nadeln besteht, ja bisweilen ragen einzelne Nadeln sogar über die Kontur der Sphärokristalle hinaus (Fig. 7, *x*), meist jedoch ist die Randkontur rund und, abgesehen von einigen Einbuchtungen, glatt. Neben Inulin kommt in dem Rindenparenchym auch reduzierender Zucker und Lävulin vor, oft sehr reichlich, besonders in den inulinarmen Frühjahrswurzeln.

Die Sieb- und Milchröhrengruppen bilden nun in diesem Grundgewebe auf dem Querschnittsbilde isolierte Inseln, die so orientiert sind, dafs konzentrische Zonen entstehen (Fig. 1). Thatsächlich sind es übrigens nicht isolierte Inseln, sondern die einzelnen Gruppen einer konzentrischen Zone stehen mit den benachbarten der gleichen Zone in anastomosierender Verbindung. Die Siebröhren (*s*, Fig. 4, 5, 10 u. 13) zeigen je nach der Jahreszeit entweder kallusfreie Querplatten (Fig. 10, *sp* links) oder die letzteren sind mit Kallus bedeckt (Fig. 10, *x*). Die Glieder der Siebröhren pflegen die Länge einer Phloemparenchymzelle (also auch einer Kambiumzelle) zu besitzen. Sie enthalten reichlich Eiweifssubstanzen. Die 12—22 mik weiten Milchröhren (*Mi*, Fig. 4, 5, 8, 10, 11 u. 13) gehören zu den gegliederten (Angew. Anatomie S. 522). Sie entstehen durch Resorption der trennenden Wände über- und nebeneinander liegender Kambiformzellen. Die verschmelzenden Zellen besitzen eine in Form von Celluloseschleim (Angew. Anatomie S. 195) entwickelte Zwischenzellsubstanz. Überhaupt sind die Milchröhren (und auch die Siebröhren) gewissermafsen eingebettet in eine weiche Schleimsubstanz. Die Intercellularsubstanz hat nämlich hier den Charakter eines Celluloseschleims. Sie erfüllt als breite, weiche, quellungsfähige Masse, die sich mit Chlorzinkjod schwach blau färbt, den ganzen Raum zwischen den Zellen (ähnlich wie bei vielen Algen) (*J*, Fig. 5). Die Milchröhren, deren zarte sekundäre Membran (*sm*, Fig. 5) sich ebenso wie die sekundäre Membran der Siebröhren und des Phloemparenchyms mit Chlorzinkjod tief blau färbt, erlangen dadurch eine gewisse Freiheit der Bewegung, indem sie wie in einer Gelatinemasse fortwachsen können. Sie können in dem Intercellularschleim vorwärts gleitend nicht nur zwischen den benachbarten Zellen hindurch zu benachbarten Milchröhren hinüberwachsen (Fig. 5 links), um sich mit ihnen zu vereinigen, sondern auch in den Intercellularschleim hinein seitliche Fortsätze treiben an Stellen, wo es ausgeschlossen ist, dafs sie zwischen benachbarte Zellen sich einschiebend weiter wachsen können (Fig. 11). Durch reichliche Anastomosen und Verschmelzung der Äste entsteht schliefslich ein in seinem Verlaufe auf Tangentialschnitten durch eine jener konzentrischen Zonen schön zu übersehendes reich verzweigtes Milchröhrennetz (Fig. 11, vergl. auch Angew. Anatomie S. 523), dessen Anastomosen eine offene Kommunikation innerhalb des ganzen Netzes ermöglichen. Der Inhalt der Milchröhren ist ein körniger, beim Anschneiden frischer Wurzeln weifs austretender (bald aber schwarzbraun werdender) Milchsaft, der bei der Droge bräunlich-grau erscheint und sich leicht mit Alkannin-Essigsäure färben läfst. Er enthält neben Eiweifs den Bitterstoff, das Taraxacin und ein Gutta, das Taraxacerin. Am besten ist er bei Alkoholmaterial zu sehen, aber auch bei

der aufgeweichten Droge treten die Milchröhren charakteristisch hervor. Während die einzelnen Gruppen der Milch- und Siebröhren einer konzentrischen Zone stets untereinander in anastomosirender Verbindung stehen, kommt es niemals vor, dafs zwei benachbarte Zonen unter sich verbunden sind. Die die Milchröhrengruppen umgebenden Phloemparenchymzellen besitzen luftführende Intercellularen (Fig. 5).

In den äufsersten Partien der Rinde, wo auch die obliterierten primären Siebbündel (*obl*, Fig. 3) liegen und das Rindenparenchym oft in sehr lebhafter Teilung begriffen ist (Fig. 3) — auch das Phloemparenchym der inneren Partien zeigt viele Teilungswände (Fig. 5 bei *x* und Angew. Anatomie Fig. 221) —, ist eine zonenartige Anordnung der Milchröhrengruppen, die hier auch individuenärmer sind als weiter innen, nicht zu beobachten. Sie liegen hier mehr oder weniger isoliert (Fig. 3) und bilden ein selbständiges Milchröhrennetz. Eigentliche Rindenstrahlen fehlen, doch täuscht, da die Milch-Siebröhrengruppen tangential anastomosieren, das zwischen diesen liegende Rindengewebe auf dem Tangentialschnitte das Bild sekundärer Rindenstrahlen vor.

Aufsen wird die Rinde von dem Korke begrenzt (*k*, Fig. 3), der nur wenige Reihen dick wird und dessen Phellogen nur ausnahmsweise Phelloderm bildet. Die Zellen des Korkes besitzen die typische Tafelform, von der Fläche gesehen sind sie isodiametrisch (Fig. 12).

Der kurze Wurzelstock, in den die Wurzel oben ausläuft, besitzt in der Mitte ein nicht sehr breites Mark (*m*, Fig. 1a), um dasselbe legt sich ein Kranz keilförmiger Gefäfsteile (*gth*, Fig. 1a), die durch relativ breite Markstrahlen getrennt sind. Die letzteren setzen sich als Rindenstrahlen in die Rinde fort, die im übrigen wie die Rinde der Wurzel durch zahlreiche konzentrische Zonen von Sieb-Milchröhrengruppen das charakteristische gezonte Querschnittsbild erhält. Diese Sieb-Milchröhrengruppen (*s* und *Mi*, Fig. 6) gleichen ganz denen der Wurzel, ebenso auch die Gefäfse (*gf*, Fig. 6) des Gefäfsteiles. Das Markparenchym (*m*, Fig. 6) wird von relativ grofsen polyedrischen Parenchymzellen gebildet. In der Rinde verlaufen nahezu horizontal die Blattspurstränge (*bsp*, Fig. 1a), die sich an den Gefäfsbündelring des Rhizoms ansetzen.

Der das Rhizom bekrönende Blattschopf besteht aus mehr oder weniger zahlreichen Blättern oder deren basalen Partien. Die tiefstinserierten sind abgestorben. Ihre Basen erhält man bei Querschnitten durch das Rhizom (*bl*, Fig. 1a). Die stark hervortretenden Mittelrippen der Blätter führen einen Kranz von 11 ungleich grofsen Bündeln, von denen das in der Mitte der vorgewölbten Unterseite liegende gröfser ist als die übrigen. Die an der morphologischen Oberseite liegenden Bündel sind sehr klein. Die Bündel führen am Siebteil Milchröhren und mechanische Belege. Bei jungen, in der Entwicklung begriffenen Blättern (wie solche der Droge meist anhängen) zeigen die Stärkekörner der Stärkescheide alle Stadien der Korrosion, da sie für die Ausbildung des mechanischen Beleges verbraucht werden. Auch die Bündel der Blattlamina, die Nerven höherer Ordnung, führen Milchröhren. Die Mitte des Hauptnerven ist hohl.

Tafel 33.

Erklärung der Abbildungen.

Taraxacum officinale Wigg.

Fig. 1. Lupenbild des Wurzelquerschnittes. *x* Die eigentümlichen Zonen der Rinde.

„ 1a. Lupenbild des Rhizomquerschnittes. *bsp* Blattspuren.

„ 2. Schematisiertes Querschnittsbild einer ganz dünnen Nebenwurzel. Der diarche Bau ist noch deutlich, doch sind schon zwei sekundäre Gefäfse (*gth*) entwickelt.

„ 3. Querschnitt durch die Randschicht der Wurzel mit dem Kork.

„ 4. Gruppe von Siebröhren und Milchröhren der Wurzelrinde.

„ 5. Das gleiche, aber stärker vergröfsert, um die als Celluloseschleim entwickelte Zwischenzellsubstanz (*I*) zu zeigen, in der die Konjugation benachbarter Milchröhrenzweige erfolgt. *sm* die zarte sekundäre Membran, die sich mit Chlorzinkjod stark bläut.

Fig. 6. Querschnitt durch die kambiale Partie des Rhizoms. Das Kambium ist undeutlich.

„ 7. Inulin-Sphärokristalle aus in Alkohol eingelegten frischen Wurzeln.

„ 8. Radialer Längsschnitt durch die Wurzelrinde. Milchröhre und ersatzfaserartiges Phloemparenchym.

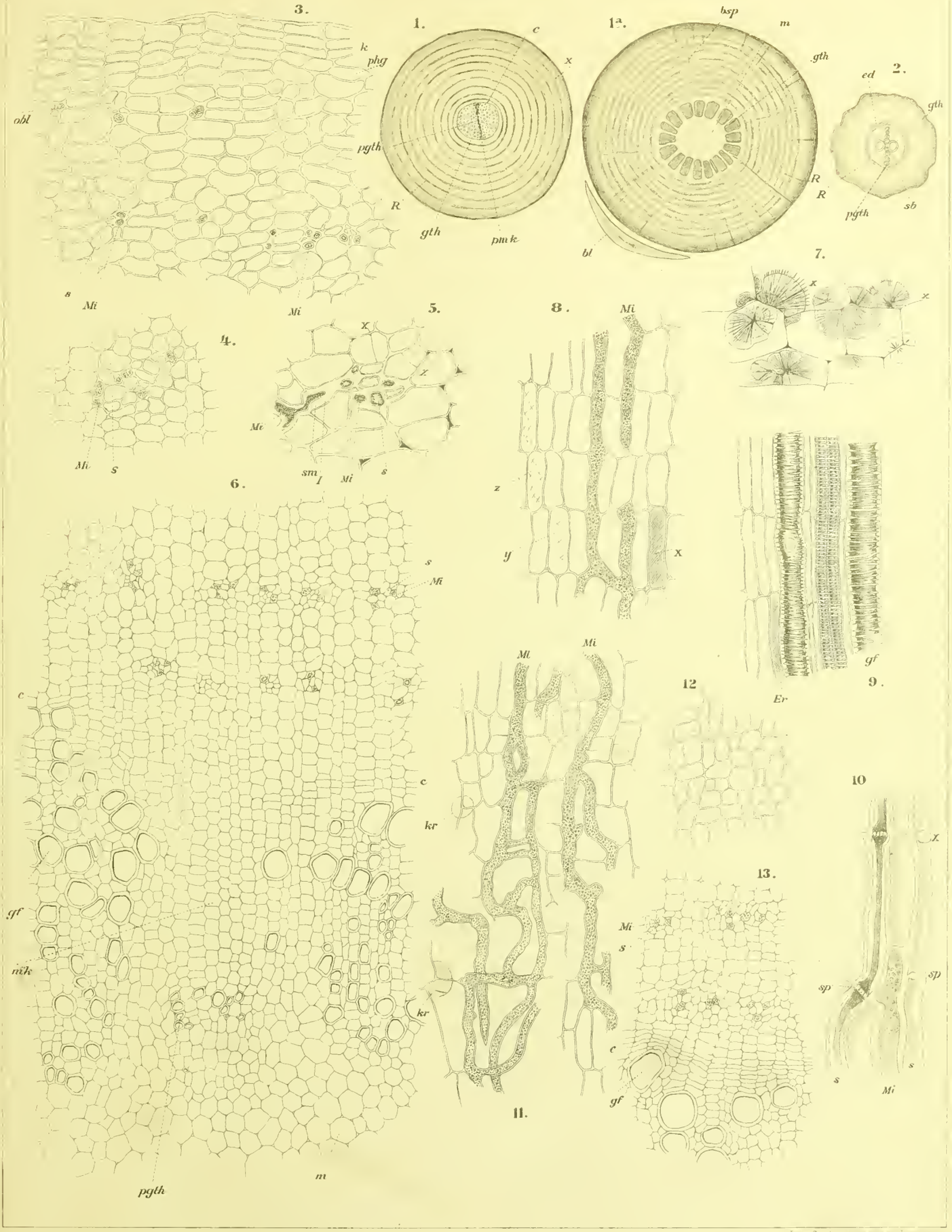
„ 9. Radialer Längsschnitt durch das Wurzelholz.

„ 10. Siebröhren und Milchröhrenende aus der Wurzelrinde.

„ 11. Tangentialer Längsschnitt durch das Milchröhrennetz der Wurzelrinde.

„ 12. Wurzelkork, Flächenansicht.

„ 13. Querschnitt durch die kambiale Partie der Wurzel.


3.
obl
k
phg
pgth
R
gth
pmk
s
Mi
Mi
1.
c
x
1a.
bsp
m
gth
R
R
bl
2.
ed
gth
pgth
sb
7.
x
x
4.
Mi
s
5.
x
z
Mc
sm
l
Mi
s
6.
8.
Mi
z
y
x
s
Mi
c
kr
kr
gf
mk
pgth
m
Ml
Mi
11.
12
Er
9.
gf
10
x
sp
sp
s
s
Mi
13.
Mi
s
c
gf

Fructus Cardamomi.

Malabar-Cardamomen, Petit Cardamome de Malabar, Malabar-Cardamoms.

Die Blüten der Cardamomenpflanze, Elettaria Cardamomum White et Maton sind zu rispenartigen, seitlich an der Hauptachse entspringenden Infloreszenzen vereinigt. Jede Blüte besitzt ein Tragblatt, Deckblatt (*tgb*, Fig. 8), welches unterhalb des unterständigen Fruchtknotens inseriert ist und in dessen Achsel die Blüte steht (Fig. 4, *tgb*). Das sechszählige Perigon besitzt 2 dreizählige Kreise. Der äufsere (*Se*, Fig. 8) ist kelchartig, gamosepal, in drei Spitzchen auslaufend, der innere (*Pe*, Fig. 8) korollinisch, mit drei ovalen Lappen, von denen der hintere aufrecht steht und ein wenig breiter ist als die anderen. Das Androeceum ist dem Schlundrande der Korolle inseriert und gleichfalls dreizählig, aber nur ein Stamen ist fruchtbar. Von dem äufseren trimeren Staminalkreise sind nur die beiden seitlichen Teile als Staminodien in Form zweier kleiner Zähnchen oder Spitzchen (*sto*, Fig. 8) entwickelt, das dritte vordere Glied ist völlig abortiert. Der innere, gleichfalls trimere Staminalkreis ist vollständig. Die beiden vorderen Glieder sind zu einem Labellum verwachsen, das dritte hintere ist das einzige fertile Stamen der Blüte (*stam*, Fig. 8). Es ist fast sitzend und besitzt keinen Konnektivfortsatz. Das Labellum (*La*, Fig. 8), ist breit, blau geadert, schwach dreilappig. Der Griffel (*Grf*) ragt samt der grofsen Anthere aus der Blüte hervor. Die Narbe ist knopfig. Der Fruchtknoten wird von 3 episepalen Karpellen gebildet (Fig. 5), die sich zu einem dreifächerigen Fruchtknoten zusammenschliefsen. Die Ovula entspringen an dem Zusammenschlufsfalz der Karpelle (Fig. 4) nicht genau symmetrisch zu zweien, so dafs bei Querschnitten durch den Fruchtknoten oft mehr als 2 Ovula, meist 3, angeschnitten werden (Fig. 5). In jedem der 3 Fächer finden sich 5—8 oder mehr Ovula. 4 bis 5 werden erfolgreich befruchtet und entwickeln sich zu Samen. Die Ovula sind anatrop (Fig. 6) und zeigen 2 Integumente (Fig. 6, *ia*, *ii*). Die Frucht ist eine 3fächerige, dreiklappige, faohspaltig aufspringende, 10—15 mm lange Kapsel.

Die Droge wird von den unreif gesammelten Kapseln gebildet, die eirund bis länglich, im Querschnitt stumpf dreikantig (Fig. 2), am Grunde abgerundet, am Scheitel stumpf, bisweilen in ein kurzes, oft becherartiges Spitzchen, den Rest der Perigonbasis, ausgezogen, 1—2 cm lang, aufsen strohgelb und dicht längsstreifig (Fig. 1) sind. Jeder der drei Fächer ist meist fünfsamig (4—8). Die rötlichbraunen Samen sind ca. 3 mm lang, unregelmäfsig (Fig. 3), stets infolge gegenseitigen Druckes eckig-kantig, an der Oberfläche grobquerrunzelig. Die in einer Rinne auf der einen Längsseite verlaufende Raphe (*Ra*, Fig. 3) endet an dem vertieften Samendeckel, der als ein kleiner brauner Fleck (Hilum) an der oberen Querseite sichtbar ist (Fig. 3, *De*). Der Samen ist von einem zarten häutigen Arillus umgeben.

Die Fruchtschale entwickelt sich aus den 3 Karpellen. Das Gewebe der Karpelle ist ein zartes Parenchym von etwa 15—20 Zellreihen Dicke, das beiderseits von einer einreihigen Epidermis bedeckt ist und welches zahlreiche Ölzellen etwa von der Gröfse der Parenchymzellen führt. Dieselben erreichen schon im Fruchtknoten nahezu ihre definitive Gröfse, während das Parenchym noch erheblich wächst. Daher erscheinen sie in der reifen Frucht kleiner als das umgebende Parenchym. Die inneren Schichten des Parenchyms sind kleinzelliger als die äufseren. Die Epidermis der Oberseite ist mit einzelligen, dünnwandigen, verbogenen oder hin und her gekrümmten Haaren besetzt. Eingebettet in das Grundgewebe finden sich zahlreiche Gefäfsbündel. Zunächst liegt dort wo die Scheidewand liegt je ein grofses rundes Bündel, und der Ort wo die Mittelrippe des Karpells zu suchen ist, ist durch ein radial gestrecktes, gegen die Innenwand gerücktes Bündel markiert. Zwischen diesem und dem Scheidewandbündel liegen je 3—4 kleinere Bündel, so dafs also die gesamte Fruchtknotenwand mindestens 24 Bündel führt. Auch in der Centralsäule, in der die drei Karpelle zusammenstofsen,

verlaufen 3 zarte Gefäfsbündelchen oder Prokambiumstränge. Von dem Mittelrippenbündel läuft ein Streifen zarter Zellen nach aufsen. Derselbe markiert schon in diesem Stadium die spätere Aufspringungslinie der Frucht (*x*, Fig. 2 u. 5). Dieselbe springt also fachspaltig (loculicid) auf. Die Scheidewände sind etwa 20 Zellen breit. Die Centralsäule ist unten dünn, verbreitert sich dann etwas und wird nach oben zu ziemlich dick (Fig. 4). Die Ovula sitzen fast ausschliefslich in der mittleren Partie.

Die Wand der nahezu reifen Frucht, wie sie die Droge bildet, ist etwa 1 mm dick und besteht etwa aus der gleichen Zahl von Zellschichten wie die Fruchtknotenwand. Es finden also nur wenige oder gar keine Tangentialteilungen statt, die Zellen vergröfsern sich nur stark unter lebhafter Radialteilung. Dabei bleiben die inneren Schichten stets kleinzelliger als die äufseren und zeigen oft starke Obliteration, herrührend von dem Drucke, den die Samen beim Heranwachsen von innen her auf die Fruchtschale ausüben. Das Fruchtschalenparenchym ist mehr oder weniger reich durchlüftet und führt bisweilen Oxalat. Die innersten Schichten sind bisweilen sternzellenartig entwickelt. Die Aufspringungsstelle liegt an dem Mittelrippenbündel. Sie ist, da von radialgestreckten dünnen Zellen gebildet, deutlich wahrzunehmen. Die Zahl der Bündel ist durch Gabelung der vorhandenen mindestens auf das Doppelte gestiegen. Es liegen jetzt zwischen dem Mittelrippenbündel und dem Scheidewandbündel meist 8 Bündel und über dem Scheidewandbündel findet sich ebenfalls ein solches, so dafs also im typischen Falle 57 Bündel in der Fruchtschale verlaufen. Von denselben machen sich die am weitesten nach aufsen liegenden bei der trockenen Frucht (nicht bei der frischen) als etwa 40—45 Längsrippen auch äufserlich bemerkbar. Bei den stets kollateralen Bündeln liegt der Gefäfsteil nach innen, der Siebteil aufsen. Letzterer ist der Regel nach von einem mehr oder weniger starken Bastbelege bescheidet (*B* in Fig. 17), der bei den ganz kleinen Bündeln so mächtig wird, dafs er die Hauptsache bildet (Fig. 17, unten). Er schliefst dort nur ein sehr zartes Bündel ein. Die bis 60 mik weiten Gefäfse der Bündel sind stets Spiralgefäfse (Fig. 19, *gf*). Der Bastbeleg besteht aus schwach verdickten, relativ kurzen, sonst typischen Bastzellen mit linksschiefen Spaltentüpfeln (*B*, Fig. 19). Das Grundgewebe besteht aus grofsen, etwa 120 mik im Durchmesser messenden Parenchymzellen, zwischen denen sich die kleinen rundlichen, mit einem gelben oder bräunlichen Harz-Öltropfen erfüllten, ca. 40—50 mik im Durchmesser messenden Sekretzellen (*oex*, Fig. 17) finden, gegen die hin das Parenchym oft strahlig angeordnet ist. Die Ölzellen besitzen eine verkorkte Membranlamelle. Die Epidermis der Aufsenseite der Fruchtwand (der Unterseite der nach oben zusammengelegten und zum Fruchtknoten vereinigten Fruchtblätter) besteht aus ziemlich grofsen niedrigen polyedrischen Zellen (*Epu*, Fig. 17 u. 18), die der Innenseite gleicht ihr im allgemeinen, ist aber samt dem darunter liegenden Gewebe meist obliteriert. Auf der Aufsenseite findet man keine Haare, wohl aber da und dort deren Ansatzstellen: sie sind frühzeitig ausgefallen. Die Centralleiste nebst den Placenten und die 3 Scheidewände sind durch den Druck der heranwachsenden Samen völlig, letztere zu papierdünnen hyalinen Blättchen zusammengedrückt und lassen sich als eine dreiflügelige Leiste leicht aus den eingequollenen Früchten herauslösen, um so leichter, als die Scheidewände oft dicht an der Fruchtschale abgerissen sind (Fig. 17 bei *w*). Präpariert man sie heraus, so sieht man, dafs von dem Centralleistenbündel einige Bündelstämme in das Placentargewebe eintreten, die in die Funiculi der Samen Bündel entsenden. Die Scheidewände selbst sind bündelfrei. Die Funiculi sind meist ziemlich lang. Sie umgeben, da die Ovula, also auch die Samen, fast ausschliefslich in der mittleren Partie der Centralsäule entspringen, als ein Zapfenkranz die Mitte der Centralleiste, wenn man diese samt den Scheidewänden herauspräpariert. Sie sind an der Spitze von dem Arillargewebe bedeckt. Denn aus den oberen parenchymatischen Randschichten des Funiculus entwickelt sich der häutige Arillus, der die Samen umhüllt.

Präpariert man die Samen in toto vorsichtig aus der eingequollenen, in Alkohol eingelegten Frucht heraus, so findet man, dafs dieselben, entsprechend den 3 Fruchtfächern, 3 gestreckte Ballen bilden, die sich leicht isolieren lassen, wenn man die trennenden dünnen Scheidewände herauslöst. Jeder dieser 3 Ballen besteht aus 4—5 Samen, die durch die häutigen Arillen miteinander verklebt sind und infolge gegenseitigen Druckes an den Innenseiten abgeplattet erscheinen. An der gegen die Fruchtwand gerichteten Seite sind sie abgerundet. Gegen die Mitte der Innenseite jedes dieser Ballen ist ein Bündel zarter Funiculi gerichtet, eine Folge der Erscheinung, dafs die Samen fast ausschliefslich auf einer eng begrenzten mittleren Partie der Centralsäule entspringen.

Die Samen entstehen aus anatropen Ovulis. Die Ovula sind so inseriert, dafs sie für gewöhnlich ihre Mikropyle nach oben richten (Fig. 6), den den Griffelkanal herabkommenden Pollenschläuchen entgegen. Sie sind also anatrop-hängend. Sie besitzen 2 Integumente, ein dickes äufseres und ein dünnes inneres (Fig. 6 u. 9). Das äufsere Integument ist sehr verschieden dick. Unter der Epidermis (Fig. 9, 1) liegt eine einreihige Schicht grofser, schon in diesem Stadium wohl ausgebildeter, sekreterfüllter, verkorkter Ölzellen (Fig. 9, 2), und dann folgt eine sehr verschieden mächtige Schicht dünnen Parenchyms (Fig. 9, 3). So weit reicht das äufsere Integument. Das innere besteht nur aus einer Zellreihe (Fig. 9, 4), selten sind zwei bemerkbar, so an der Mikropyle, wo es stets dicker ist als an dem anderen Ende. Innerhalb des inneren Integumentes liegen bei befruchteten Ovulis einige Schichten Perisperm (Fig. 9, 5). Betrachtet man ein Ovulum im vorgerückteren

Stadium (z. B. nach erfolgter Befruchtung) von hinten, so findet man an der Eintrittsstelle des auch jetzt noch nur einen Prokambiumstrang führenden Funiculus in das eigentliche Ovulargewebe 2 seitliche Zapfen (*x*, Fig. 7). Es sind dies die Anfänge des Arillus.

Der reife Samen besitzt eine sehr harte Samenschale, deren Härte jedoch ausschliefslich von der Sclereidenschicht (Fig. 13 u. 14, 4) bedingt ist. Betrachtet man den Samen mit der Lupe von aufsen, so findet man, dafs die Samenschale zahlreiche grobe, bisweilen ziemlich regelmäfsig angeordnete Buckel besitzt. Auf einem Längsschnitte zählt man meist etwa 6 Reihen von oben nach unten. Diese Buckel entstehen dadurch, dafs die Samenschale sich buckelig vorstülpt (Fig. 11 u. 12). Sie sind für den Malabar-Cardamom sehr charakteristisch.

Die äufserste Schicht ist eine eigentümliche, an der Aufsen- und Innenseite stark verdickte Epidermis (*Ep*, Fig. 13 u. 14, 1), deren meist leere Zellen, von der Fläche gesehen, eine eigentümliche, oft in benachbarten Partien gegensinnige Streckung und stumpfe Enden zeigen und die oft zu besonderen Gruppen vereinigt sind (*Ep*, Fig. 15, 1). Diese Epidermis ist sehr charakteristisch für die Malabar-Cardamomen und fehlt nur an der Basis des Samens, dort wo der Arillus ansitzt (Fig. 14). Die Breite der Zellen beträgt meist 20—30 mik (auf dem Flächenschnitt gemessen), die hellen Verdickungsschichten, besonders die breite Aufsenwand, färben sich mit Chlorzinkjod schwach blau, die das Lumen als scharf konturierte dünne Haut umgebende innerste Verdickungsschichte (tertiäre Membran) gelb. Dann folgt eine ein- oder zweireihige Schicht dünnen Parenchyms (Fig. 13, 1a), dessen Zellen oftmals obliteriert sind, im allgemeinen die Richtung der Epidermiszellen rechtwinkelig schneiden — Querzellen —, bisweilen bräunlichen gerbstoffartigen Inhalt führen — Pigmentzellen — und die, von der Fläche gesehen, eine starke Streckung zeigen (Fig. 15, 1a). Dann trifft man auf die Ölzellenschicht (*oez*, Fig. 13, 14, 15, 2). Dieselbe besteht aus zarten, lückenlos aneinander gefügten, im Samenquerschnitt fast quadratisch, auf dem Flächenschnitt (Fig. 15, 2) jedoch mehr oder weniger gestreckt erscheinenden Zellen, die neben Tropfen ätherischen Öles noch meist die Reste der resinogenen Schicht in Form eines vakuoligen Gebildes führen (Fig. 13 bei *x*). Diese Ölzellenschicht ist schon im Ovulum deutlich entwickelt und führt schon dort ein — bei Alkoholmaterial bräunliches — Sekret. Sie ist ringsum einschichtig, nur dort, wo in der am Samen schon ohne Lupe deutlichen Rinne das Raphebündel verläuft (*Ra*, Fig. 3 u. 10), ist sie mehrschichtig (Fig. 13, links) und die Zellen der inneren Schicht erscheinen hier stark radial-gestreckt. Hier schiebt sich das Raphebündel (*gfb*, Fig. 13) zwischen die äufsere Ölzellenschicht und die inneren ein. Dasselbe setzt sich an der Basis des Samens an das Funicularbündel an, beschreibt einen kurzen Bogen um die gewölbte Basalpartie und läuft alsdann in der Rinne bis gegen die Spitze des Samens (*Ra*, Fig. 12) zur (übrigens meist undeutlichen) Chalaza. Es besteht aus einer ganzen Anzahl sehr zarter Spiralgefäfse und einer Gruppe von Kambiformzellen (*gfb*, Fig. 13). Auf Längsschnitten sieht man es nur, wenn dieselben parallel der Rinne und durch dieselbe geführt wurden (Fig. 12).

Innerhalb der Ölzellenschicht folgt dann eine mehrreihige, aus Schicht 3 des äufseren Integumentes des Ovulums (Fig. 9) hervorgehende Schicht entweder deutlich erhaltener oder nährschichtartig obliterierter Zellen (Fig. 13, 14 u. 15, 3), die in der Flächenansicht oft eigentümlich knotige Verdickungen zeigen (Fig. 15, 3). Bis hierher reicht das äufsere Integument.

Das innere Integument ist meist einreihig und schon im Ovulum scharf markiert (Fig. 9). Aus ihm geht die Sclereiden- oder Hartschicht (Fig. 13 u. 14, 4) hervor, die der Samenschale nicht nur ihre Härte, sondern auch ihre Farbe verleiht. Sie besteht aus kurzen, radial-gestreckten, 15—20 mik breiten und 25—35 mik hohen Brachysclereiden, die nur auf der Innenseite, aber hier sehr stark verdickt sind und deren Wandung eine starke Bräunung zeigt. Von der Fläche gesehen (Fig. 15, 4), sind die Sclereiden dieser Schicht polyedrisch und ihr Lumen tritt als rundliche Höhlung deutlich hervor. An der dicken Wand ist Schichtung entweder gar nicht oder nur sehr schwach zu sehen (*y*, Fig. 13). Die Sclereiden enthalten je ein das Lumen nahezu ganz ausfüllendes, feinwarziges Korn (nur in Fig. 14 bei *x* gezeichnet), welches in Wasser sich nicht verändert, in Kali löslich ist, durch Jod aber nicht gefärbt wird, auch beim Erwärmen nicht schmilzt, also weder Aleuron noch Fett zu sein scheint. Schon oben ist erwähnt worden, dafs an der Mikropylarseite des Ovulums, die der Basis des Samens, dem Hilum, entspricht, dies innere Integument mehrreihig ist. An dieser Stelle entwickelt sich nun aus ihm der Samendeckel (*De* in Fig. 11 u. 14), der mit dem Arillargewebe verwachsen ist und, an einem ringsumlaufenden dünnen Charnier (*z*, Fig. 14) sitzend, den ruhenden Samen fest verschliefst. Er besteht aus ein bis mehreren Reihen von Sclereiden, die ganz denen der Sclereidenschicht der Samenschale (Fig. 13 u. 14, 4) gleichen und läuft oben in einen Zapfen aus. Innerhalb der Sclereidenschicht findet sich eine breite helle Haut. Da dieselbe den Epidermiszellen des Perisperms dicht aufliegt, könnte man sie für die dicke Aufsenwand derselben halten. Da jedoch an einigen Stellen, besonders an der Rapherinne, eine zarte Längsstreifung in ihr bemerkbar ist (*z*, Fig. 13) und die Schicht gegen die Sclereidenschicht hin mit einer zarten kuticularisierten Haut bedeckt ist, erscheint es wahrscheinlicher, dafs wir es hier mit einer obliterierten Randschicht des Perisperms, resp. des Nucellus zu thun haben, oder (was weniger wahrscheinlich) mit einer zum Integumente gehörenden Nährschicht. Da mir die zur Entscheidung der Frage nötigen Zwischenstadien fehlten, konnte ich mir ein sicheres Urteil über diesen Punkt nicht bilden.

Der Arillus ist, wie erwähnt, eine Wucherung des dem Ovulum nächstbenachbarten Funiculargewebes (*x*, Fig. 7), entspringt also am bisweilen als Spitzchen sichtbaren Hilum (Fig. 11). Er legt sich als eine dünne, vom trockenen Samen leicht abschilfernde Haut dem Samen dicht an, in alle Falten eindringend (*Ar*, Fig. 11). Er besteht aus mehreren Reihen sehr dünnwandiger, meist mehr oder weniger obliterierter Zellen (*Ar*, Fig. 13), die von der Fläche gesehen langgestreckt erscheinen (*Ar*, Fig. 15) und entweder inhaltsfrei sind oder Stärke resp. Öl führen. Nur am Hilum sind die Zellen des Arillus gut zu sehen (*Ar*, Fig. 14), dort geht sein Gewebe in das des Funiculus über (Fig. 14 bei *Ra*). Bei der Droge ist der Arillus oft von Pilzmycelien übersponnen. Gefäfsbündel fehlen ihm.

Das aus dem Nucellargewebe hervorgehende Perisperm (*Psp* in Fig. 10, 11 u. 12) macht quantitativ die Hauptmasse des Samens aus und wird frühzeitig angelegt. Es ist schon im befruchteten Ovulum sichtbar (*Psp*, Fig. 9). Die Perispermzellen sind dünnwandig, aufsen aus Gründen der Stoffleitung radial gestreckt und eckig, innen mehr rundlich (*Psp*, Fig. 13 u. 14), an der Grenze gegen das Endosperm hin etwas zusammengedrückt, flach. Sie sind dicht vollgepropft mit sehr feinkörniger Stärke (Fig. 16), deren rundliche oder eckige Körner (Fig. 16a) zu den kleinsten Reservestärkekörnern gehören, die es giebt (Angew. Anatomie, S. 83). Sie messen 1—4 mik im Durchmesser. Sie lassen die Zellen fein punktiert erscheinen. Aufserdem findet man in jeder Zelle einen kleinen eckigen Hohlraum, der mit einem oder mehreren kleinen, besonders im Chloralpräparat und bei Betrachtung mit dem Polarisationsmikroskop deutlichen, wohl ausgebildeten Kalkoxalatkristallen erfüllt ist, die zum monosymmetrischen Systeme gehören (Fig. 16b).

Das Endosperm (*End* in Fig. 10, 11, 13 u. 14) ist relativ schmal. Es umgiebt den Keimling ringsum sackartig, an der Basis des Samens, dort wo der Deckel liegt, allerdings nur in Form einer ein- oder wenigzelligen Schicht (Fig. 14), weiter oben, dort wo das Saugorgan liegt, in Form einer mehrzelligen breiteren Zone (Fig. 13). Die Zellen sind vollständig erfüllt von einer hyalinen ölfreien, weichen Masse, die sich mit Jod gelb-braun färbt, in Wasser nicht quillt, sich in Kali nicht löst und in der einzelne Körner nur selten wahrzunehmen sind. (Aleuron oder Amylodextrin?)

Der Embryo besteht aus einem eckigen oder abgerundeten Kopfe und einem langgestreckten, rings in Endosperm gebetteten keulenförmigen Gebilde. Das letztere ist das Saugorgan (*Sgo* in Fig. 10, 11, 12, 13 u. 14). In dem Kopfe ist im reifen Samen nur eine geringe Differenzierung bemerkbar (Fig. 14). In das Coleoptile-artige Grundgewebe eingebettet findet man hier die keulige Radicula (*rad*) — mit ihrer Spitze gegen den Deckel hin gerichtet — und die kegelförmige Plumula (*pl*) angedeutet. Das Saugorgan führt in der Mitte einen Prokambiumstrang (*Sgo*, Fig. 14). Das Gewebe des Keimlings ist ein kleinzelliges Parenchym, welches dicht erfüllt ist mit kleinen rundlichen Aleuronkörnern (*al*, Fig. 13) und fettem Öl.

Dafs das keulige Gebilde wirklich ein Saugorgan ist, lehrt die Keimung, die ich mit frischen Samen in Buitenzorg durchgeführt habe. Bei derselben hebt zunächst der auswachsende Kopf des Keimlings den Deckel (*De* in Fig. 11 u. 14) ab und schiebt ihn beiseite (Fig. 12). Hervorgetreten differenziert sich der Kopfteil alsdann deutlicher in Plumula und Radicula. Die Radicula wächst nach unten, die Plumula nach oben. Das Saugorgan bleibt im Samen stecken. Bei vorgeschrittener Keimung erhält man alsdann folgendes Bild (Fig. 12): Im allmählich sich entleerenden Samen steckt das keulenförmige Saugorgan, welches mittelst eines langen Stiels an dem Wurzelhalse (*wu*, Fig. 12) und dem basalen Stengelteile inseriert ist. Die Plumula ist zu einem spitz-kegeligen Gebilde ausgewachsen. Der Vegetationspunkt ist von einer Blatttute umgeben. Das Saugorgan stirbt erst ab, wenn der Samen völlig entleert ist.

Der Fruchtstiel führt innerhalb einer an Ölzellen reichen Rinde einen Kranz von etwa 10 kollateralen Bündeln, die von starken Bastzellbelegen bescheidet sind. Innerhalb dieses Kranzes im Mark liegen noch einige isolierte Bündel.

Die samenreichen **Ceylon-Cardamomen** (von einer als Elettaria major Smith unterschiedenen Abart), deren bräunliche Farbe, abweichende gestreckte, meist etwas gekrümmte Form und grofse Länge — sie werden oft 30 mm lang — sie leicht von den Malabar-Cardamomen unterscheiden läfst, weichen trotzdem im anatomischen Baue der Frucht und des Samens nur wenig von den Malabar-Cardamomen ab. Der Bau der Fruchtschale ist in allen wesentlichen Punkten derselbe. Doch finden sich auf der Epidermis einige wenige zerstreute schmale Haare mit sehr engem Lumen oder wenigstens deren Ansatzstellen. An dem etwas gröfseren Samen ist Deckel, Saugorgan, Endo- und Perisperm deutlich zu erkennen. Die einzigen Unterschiede liegen darin, dafs die tertiäre Membran der meist auch etwas schmäleren — nur 10—20 mik (auf dem Flächenschnitt gemessen) breiten — Epidermiszellen der Samenschale hier dicker ist wie bei den Malabar-Cardamomen, so dafs die Epidermiszellen, von der Fläche gesehen, erheblich dickwandiger erscheinen als bei jenen. Das ist ein Merkmal, das diagnostisch brauchbar ist, auch bei der Untersuchung des Pulvers. Durch diese dickwandigen Epidermiszellen kann man eine Beimischung von Ceylon-Cardamomen-Pulver nachweisen. Die Ölzellen der Samenschale sind beim Ceylon-Cardamom etwas gröfser und mehr tangential gestreckt als beim Malabar-Cardamom, die Kristalle in den Perispermzellen deutlicher und gröfser, die einzelnen Aleuronkörner (?) im Endosperm deutlicher. Schicht 3 pflegt breiter zu sein, als beim Malabar-Cardamom.

Jetzt wird auf Ceylon viel Malabar-Cardamom gebaut.

Die runden **Siam-Cardamomen** (Card. rotundum) von Amomum Cardamomum L. besitzen eine ganz anders gebaute Fruchtschale. Abgesehen von besonders an der Fruchtbasis zahlreichen, sehr langen und sehr dünnwandigen Haaren auf der Aufsenseite, findet man innerhalb der obliterierten Schicht auf der Innenseite der Fruchtschale eine Schicht quadratischer dünnwandiger Sclereiden. Die fest miteinander verklebten Samen besitzen eine aus grofsen und hohen Zellen bestehende Epidermis, eine tief braunrot gefärbte Querzellen-(Pigment-) Schicht, schmale hohe Ölzellen und sehr niedrige Sclereiden in der Sclereidenschicht.

Das Pulver.

Das Pulver der Malabar-Cardamomen besteht hauptsächlich aus den eckigen Stärkezellen des Perisperms, die oftmals (wie beim Pfefferpulver) noch wohl erhalten sind, neben ihnen überwiegen die isolierten Stärkekörner des Perisperms (Fig. 16 a). Verkleistert man die Stärke mit Chloral, so sieht man zahlreiche Fetzen der Epidermis der Samenschale: relativ dickwandige, langgestreckte Zellen, oft noch in ihrer eigenartigen Verbindung (*Ep*, Fig. 15). Auch die Querzellenschicht (Fig. 15, 1a) unterhalb dieser Epidermis ist bisweilen deutlich. Sehr charakteristisch sind ferner die zahlreichen braunen, bräunlichen oder braungelblichen Fragmente der Sclereidenschicht, deren Zellen sich in der Flächenansicht (Fig. 15, 4) präsentieren. Die zahlreichen Kristallfragmente sind besonders bei Zuhilfenahme des Polarisationsmikroskopes deutlich.

Eine Beimischung der Fruchtschale verrät sich stets durch das Vorhandensein zahlreicher Bastfasern (*B*, Fig. 19).

Tafel 34.

Erklärung der Abbildungen.

(*Elettaria Cardamomum White et Maton.*)

Fig. 1. Frucht des Malabar-Cardamom von aufsen.

„ 2. Querschnitt durch die Frucht des Malabar-Cardamom. Lupenbild. Bei *x* springt die Frucht zur Reifezeit auf.

„ 3. Zwei herausgelöste Samen des Malabar-Cardamom. *Ra* Raphe-rinne. *De* Samendeckel.

„ 4. Längsschnitt durch den Fruchtknoten von Elettaria Cardamomum White et Maton.

„ 5. Querschnitt durch den Fruchtknoten, oben bei *x* die Aufspringungslinien.

„ 6. Ein anatropes Ovulum, median-längs durchschnitten.

„ 7. Ovulum von hinten gesehen. Bei *x* die Arillarhöcker.

„ 8. Blüte von Elettaria Cardamomum mit Deckblatt (nach Berg).

„ 9. Querschnitt durch die Integumente des Ovulums und die Randschicht des Perisperms. Die Zahlen 1—5 bezeichnen bei Fig. 9, 13, 14 u. 15 die korrespondierenden Gewebe.

„ 10. Querschnitt durch den reifen Samen ohne Arillus. Lupenbild. *Sgo* Saugorgan. *Ra* Raphe.

„ 11. Längsschnitt durch den reifen Samen mit dem Arillus (*Ar*). *De* Deckel.

„ 12. Keimung des Samens; das Saugorgan (*Sgo*) bleibt im Samen stecken, der Deckel (*De*) wird abgehoben. *Ra* Raphe.

Fig. 13. Querschnitt durch den Samen an der Raphe.

„ 14. Längsschnitt durch die Basis des Samens, dort wo der Deckel und der Arillus ansitzt. Bei *z* das Charnier, das den Deckel hält und beim Austreiben des Keimlings durchrissen wird. Im Keimling ist Radicula (*Rad*), Plumula (*pl*) und Saugorgan (*Sgo*) bereits differenziert.

„ 15. Succedane Flächenschnitte durch den Arillus (*Ar*) und die einzelnen Schichten der Samenschale. (Die Zahlen 1—4 bezeichnen die gleichen Gewebe bei Fig. 14.) 4 *x* der obere Teil einer Sclereide, von der Fläche gesehen, mit dem Inhaltskörper (das gleiche in Fig. 14 bei *x* im Querschnitt).

„ 16. Eine stärkeerfüllte Perispermzelle mit der Kristallhöhle.

„ 16a. Isolierte Stärkekörner.

„ 16b. Isolierte Oxalatkristalle aus dem Perisperm, stark vergröfsert.

„ 17. Querschnitt durch die reife Fruchtschale an einer Scheidewand (*w*).

„ 18. Äufsere Epidermis der Fruchtschale von der Fläche gesehen.

„ 19. Radialer Längsschnitt durch ein Gefäfsbündel der Fruchtschale.

Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Sem. strychni.

Brechnüsse, Krähenaugen, Noix vomique, Nux vomica.

Die aktinomorphen, matt grünlich-gelben Blüten von Strychnos Nux vomica I sind zu doldenartigen Dichasien (Trugdoldentrauben) vereinigt. Die Grundachsen sind racemös, die weiteren Auszweigungen cymös verzweigt, die Enden Wickel. Für gewöhnlich folgen die 4 ersten, untersten Achsen der Inflorescenz der Blattstellung, d. h. sie bilden 2 einander genäherte dekussierte zweigliederige Quirle, der untere mit dem obersten Blattpaare alternierend und die terminale Achse trägt ebenfalls ein Paar opponierter Sprosse. Die Nebenachsen erster Ordnung sind entweder auch noch racemös oder bereits cymös, die Achsen höherer Ordnung stets cymös und entweder echte Dichasien oder Wickel (verarmte Dichasien). Die mittelste Blüte des Einzeldichasiums ist fast sitzend, wird von den beiden seitlichen, gestielten übergipfelt und blüt zuerst auf, so dafs sie bereits abgeblüt hat, wenn sich die beiden anderen öffnen. Die Deck- und Vorblätter sind sehr klein.

Der gamosepale Kelch ist klein, napfförmig, meist 5zipfelig, mit kurzen dreieckigen Zipfeln (*Se*, Fig. 5), die gamopetale, im Schlunde kahle Korolle stieltellerförmig, mit walzenförmiger Röhre und meist 5-lappigem Saum mit klappiger Knospenlage. Der Kelch ist bleibend. Die Korolle fällt nach dem Abblühen ab, so dafs man alsdann zwischen Kelch und Fruchtknoten nur mehr die gebräunten Basalreste derselben findet (*Pe*, Fig. 5). Die 5 Stamina sind dem Schlunde der Korolle inseriert, alternieren mit den Lappen derselben und sind fast sitzend. Der Stempel besitzt die Länge der Korolle. Der Fruchtknoten ist oberständig (Fig. 5) und zweifächerig. Er wird von 2 Karpellen gebildet. Im mittleren Teile ist die Scheidewand infolge starker Entwickelung der Placenten verdickt (Fig. 4 u. 5) und trägt dort zahlreiche Ovula.

Die Ovula sind amphitrop (hemitrop, halb umgewendet). Es sind also anatrope Samen, bei denen vom Nabel aus die eine Hälfte des Nucellus mit der Mikropyle nach der einen, die andere mit der Chalaza nach der anderen Seite gerichtet ist. Da hier und da der Nucellus eine geringe Krümmung zeigt, kann man bei einigen zweifelhaft sein, ob nicht Kampylotropie vorliegt. Die Amphitropie nähert sich ja überhaupt der Kampylotropie. Die Form des reifen Samens, sowie seine Entwickelung deuten aber eher auf amphitrope Ovula. Die Ovula sind zudem meist apotrop mit nach unten gerichteter Mikropyle. Der terminale einfache Griffel trägt eine kopfförmige, ausgerandete Narbe. Von den zahlreichen Blüten entwickeln sich nur verhältnismäfsig wenige zu Früchten.

Aus den Karpellen entwickelt sich die Fruchtschale.

Die Früchte sind Beeren. Sie sind rund, gegen die Basis kaum verschmälert (Fig. 1), sehr verschieden grofs, im Maximum von der Gröfse eines kleinen Apfels, ca. 5 cm, aufsen glatt, unreif grün, reif graugelb bis orangegelb mit weifslichem weichen, sehr bitterem Fruchtfleisch und harter Schale. Die Scheidewand ist in der reifen Frucht nicht mehr deutlich. Die Samen sind vertikal gestellt (Fig. 2). Der gröfste Teil der Ovula abortiert, so dafs, trotzdem zahlreiche Ovula angelegt werden, doch oftmals nur 1—3 Samen sich in der Frucht finden, höchstens zählte ich 5.

Die Karpelle sind ziemlich dick und durchweg parenchymatös. In der Mitte jedes Karpells (bei *x*, Fig. 4) verläuft das gröfsere nach aufsen gerückte Mittelrippenbündel, zwischen diesem und dem Scheidewandbündel liegen je 3 (oder 4) kleinere, der Innenwand genäherte Bündel. Die Innenepidermis des Karpells, die die Fruchtknotenhöhlung auskleidet, ist auf der gegen diese gerichteten Seite verdickt. Sehr bald nach der Befruchtung der Ovula, ja bisweilen schon vorher, findet eine sehr lebhafte Teilung in dem Parenchym der Fruchtknotenwand statt. Man findet fast alle Zellen besonders durch Tangentialwände geteilt.

Für gewöhnlich werden von den zahlreichen Ovulis nur einige wenige, ja bisweilen sogar nur eins befruchtet. Sobald dies geschehen, vergröfsern sich diese Ovula rasch und stark und drängen allmählich sowohl die Placenta und die Scheidewand, wie auch die sich schnell bräunenden, unbefruchteten Ovula beiseite (Fig. 7). In einer 7 mm dicken Frucht (Fig. 4) findet man die Reste derselben noch deutlich, und auch schon makroskopisch sind die kleinen braunen fehlgeschlagenen Ovula schön zu sehen.

In diesem Stadium sind in der jungen Fruchtschale deutlich drei Schichten zu erkennen. Unter der Epidermis eine schmale parenchymatische Schicht, dann eine durch Sclerotisierung des Parenchyms entstandene Sclerenchymzone, gebildet aus zahlreichen, einander stark genäherten Sclereidennestern (*scl*, Fig. 7) und zu innerst eine mächtige, von zahlreichen kreuz und quer streichenden Gefäfsbündeln durchzogene Parenchymschicht mit farblosem Zellinhalt.

Die Schale der reifen Frucht zeigt die gleichen Zonen (Fig. 3). Die äufsere, subepidermale Partie besteht aus etwa 6 Reihen Parenchym, in dem die Chlorophyllkörner und Chromatophoren liegen, die Sclereidenschicht ist durch weitere Sclerose des Parenchyms zu einer soliden Schicht geschlossen und zeigt auch noch auf der inneren Seite Anlagerungen sclerotisierten Parenchyms (Fig. 3), die innere Schicht, das sogenannte Fruchtmus oder Fruchtfleisch, ist parenchymatisch und umschliefst die Samen dicht. Von der Scheidewand ist nichts mehr zu sehen. Bei Untersuchung frischer Früchte kann man leicht mittelst Jodkali feststellen, dafs die Zellen des Fruchtfleisches Alkaloide (Strychnin) enthalten. Man erhält mit dem genannten Reagens rotbraune Niederschläge, die sich in Natriumhyposulfit lösen (siehe unten).

Die amphitropen Ovula zeigen einen verhältnismäfsig langen Funiculus (Fig. 4, 5 u. 8) und besitzen nur ein dickes Integument. Sie sind an der Placenta derartig angeheftet, dafs die Mikropyle nach unten gerichtet ist. Daher stehen die Samen in der Frucht aufrecht (siehe unten).

Die Entwickelung des Ovulums zum Samen erfolgt nun zunächst in der Weise, dafs sich das so wie so schon dicke Integument (Fig. 8, *i*) durch Tangentialteilungen immer weiter verdickt (Fig. 9, 10, 11). Die Zellen bleiben aber dünnwandig. Gleichzeitig verbreitert sich der junge Same in der der Ansatzstelle des Funiculus gegenüberliegenden Seite nur wenig, stark und gleichmäfsig aber sowohl an der Stelle, wo die Mikropyle liegt, wie an der entgegengesetzten, bei amphitropen Ovulis ja ohnedies geförderten Seite (Fig. 8), wie überhaupt rings um die Ansatzstelle des Funiculus. Dadurch erhält der Same immer mehr das bekannte schildförmige Aussehen. Schliefslich liegt die Funicular-Ansatzstelle genau central. Noch bei 1 mm dicken Samen ist vom Endosperm nicht viel zu sehen, die Hauptmasse des Samens wird von dem stark verbreiterten, kleinkörnige transitorische Stärke führenden Integumente eingenommen, das von einer kleinzelligen Epidermis bedeckt ist.

Hat der Same eine Dicke von 2 und eine Breite von 13 mm erreicht, so bemerkt man zunächst eine Erstarkung des Funiculus. Derselbe führt in der Mitte ein Bündel mit zahlreichen zarten Spiralgefäfsen. Dies Bündel, das sich an eins der Fruchtfleischbündel ansetzt, löst sich in der Samenschale der Mitte des Samens in eine Insel, nach allen Seiten hin kraus durcheinander laufender Gefäfsbündelendigungen auf (Fig. 12 u. 12a, *Hi*), die das Hilum des Samens bilden. Von ihm dringen Bündelstreifen zu dem Rande des Samens nicht vor, und man kann daher die in diesem Stadium übrigens auch nicht deutlich differenzierte Randstelle (*bu*, Fig. 14) kaum als Chalaza bezeichnen, obwohl sie dort zu suchen wäre. Denn als Chalaza wird die Stelle bezeichnet, wo das Raphebündel endigt. Eine Raphe wird hier nicht ausgebildet. Auch in diesem Stadium ist vom Endosperm noch wenig oder nichts (wenn überhaupt dann im Samencentrum) zu sehen, der Embryosack liegt dem Hilum gegenüber als rundlicher Schlauch, die Hauptmasse des Samens wird von dem stark vergröfserten Integumente gebildet, dessen dünnwandiges Parenchym jetzt reich an Reservestoffen, besonders transitorischer Stärke ist und da und dort luftführende Intercellularen zeigt. Wohl aber ist in der Epidermis der jungen Samenschale eine bemerkenswerte Veränderung vorgegangen, indem jede Zelle derselben zu einem Haare ausgewachsen ist. Diese Haare sind an der Ansatzstelle des Funiculus und an den Samenrändern nur kurz, zeigen aber eine um so gröfsere Länge, je weiter sie sich der Mitte nähern. Sie sind an der Spitze abgerundet, mit Plasma erfüllt (Fig. 19a) und erreichen bereits bisweilen eine Länge von 1 mm bei einer Breite von 25—30 mik. Sie sind noch dünnwandig oder zeigen doch nur in den dem Hilum benachbarten Partien eine geringe Verdickung ihrer Basis (Fig. 12). In diesen basalen Partien bleiben die Haare noch lange fest miteinander verbunden, der übrige Teil ist aber vollständig frei, wie man sich leicht durch Herauspräparieren einzelner dieser Gebilde mit der Nadel überzeugen kann. Es liegt kein Grund vor, sie als etwas anderes als Samenschalenhaare aufzufassen, obwohl bei anderen Strychnosarten an ihrer Stelle eine homogene Sclereidenschicht auftritt.

In diesem Stadium erfolgt zugleich die für den reifen Samen so charakteristische Umbiegung der Haare vom Samencentrum gegen die Peripherie hin. Während nämlich in den früheren Stadien die Entwickelung von Samen und Fruchtfleisch ungefähr gleichen Schritt hielt, presst sich nun der stark heranwachsende Same an das Fruchtfleisch an, und die erste Folge ist die Umbiegung der Haare (Fig. 12). Da die Haare an der Basis bereits verdickt und dort fest miteinander verbunden sind, so bleiben sie an dieser Stelle senkrecht zur Samenoberfläche gerichtet und nur der übrige Teil des Haares biegt sich allmählich rechtwinklig um. Je stärker nun der heranwachsende Same sich an das Fruchtfleisch andrückt, um so mehr werden die Haare herumgelegt. Während sie anfangs fast senkrecht vom Samen abstanden, streichen sie schliefslich fast parallel zur Samenoberfläche oder doch in einem sehr spitzen Winkel zu ihr. Die Verdickung der Haarbasis geschieht in Form von bisweilen anastomosierenden Leisten (Fig. 17b). Durch die Umbiegung scheint auch die Haarbasis eine Drehung zu erfahren, denn im fertigen Haare zeigen die Leisten eine schwache Biegung (Fig. 16, *x*), die sie anfangs

nicht besafsen. Erst wenn die Haare schon sehr stark umgebogen sind, verdickt sich auch der übrige Teil der Wand bis zur Spitze. Es treten allmählich Längsleisten auf (Fig. 19 b), die, sich vermehrend und verbreiternd (Fig. 19 c), schliefslich fast das ganze Lumen ausfüllen, so dafs das fertige Haar (Fig. 16, *t*) aus bis 10 rundlichen, dicht aneinander liegenden, sich leicht schon durch Druck voneinander lösenden Streifen zu bestehen scheint.

Der fertige Samen, wie er in der Droge vorliegt, ist 15 mm (Madras) bis 34 mm (Malabar), meist um 20 mm breit und etwa 5 mm dick, flach, ungefähr kreisrund (Fig. 13), aber häufig verbogen. Die Oberfläche ist hellgrau oder schwach grünlich, infolge der Haare seidenglänzend und sammetweich. Auf der einen Seite ist der Rand meist etwas wulstig verdickt, die Mitte vertieft, im Centrum liegt das erhöhte Hilum, als Höcker sichtbar, nur sehr selten sitzt hier noch der fädige Funiculus an, meist ist er abgebrochen. Vom Hilum läuft beim trockenen Samen eine schwach hervortretende flache Leiste (*Li*, Fig. 13) nach der Stelle des Randes hin, wo die Spitze des Würzelchens liegt, welche Stelle durch einen kleinen Randbuckel der Samenschale gekennzeichnet ist (*bu*, Fig. 13 und 14). Diese Leiste ist bei frischen oder aufgeweichten Samen kaum oder gar nicht zu sehen. Denn ihr entspricht kein Gewebshöcker des Endosperms oder eine verdickte Stelle der Samenschale. Sie kommt lediglich dadurch zu stande, dafs der Haarüberzug hier von beiden Seiten zusammentrifft und die Haare sich hier zu krausem Durcheinander verfilzen. Die andere Seite zeigt keinen wulstigen Rand, sondern nur im Centrum eine kleine Vertiefung, in der Anhängsel nicht zu finden sind. Das Endosperm ist nur an den Rändern verwachsen, in der Mitte zeigt es einen grofsen Spalt (*sp* in Fig. 15), in den der Embryo hineinragt (*Em*, Fig. 15). Der Same läfst sich daher leicht parallel zur Fläche in 2 Hälften spalten.

Zur anatomischen Untersuchung legt man den Samen über Nacht in Wasser und dann einen Tag in Alkohol.

Die Samenschale besteht aus 2 Schichten, der Haarschicht und der Nährschicht. Die Haarschicht ist einreihig und besteht aus den bereits oben geschilderten charakteristischen, aus der Epidermis der Integumente sich entwickelnden umgebogenen Haaren mit verdickter, keulenförmiger Basis. Dieser basale Teil zeigt meist schief gestellte spaltenförmige Tüpfel (Fig. 16). Die zwischen diesen liegenden stark verdickten Partien laufen nach oben in die Leisten aus, von denen schon oben die Rede war, und die dem Haare sein charakteristisches Aussehen verleihen (Fig. 16, *t*). Zwischen diesen Leisten liegen sehr schmale, dünnwandige Streifen der primären Membran, die sehr leicht reifsen. Man kann daher schon mit der Nadel oder durch Kochen mit Kali oder durch mechanisches Zertrümmern (z. B. beim Pulvern der Samen) die Leisten isolieren. Man findet sie daher reichlich im Pulver. Die Breite der Haare beträgt im mittleren Teile 18 bis 38 mik, die Länge 1 mm und darüber. Da sie von der Mitte der flachen Seiten aus, genau der Richtung des Radius folgend, gegen den Rand des Samens hin umgebogen sind, erhält man sie nicht vollständig bei Querschnitten, wohl aber bei Längsschnitten in der Richtung des Radius der Samenscheibe.

Das zarte Häutchen, welches den Samen bisweilen bedeckt und auch bei der Handelsware manchmal gefunden wird, ist die Epidermis des Fruchtfaches nebst anhängendem Fruchtfleisch, welche infolge des starken Druckes, den der heranwachsende Same ausübt, oft so fest an den rauhen Haarfilz angepreſst werden, dafs sie beim Herauslösen der Samen daran haften bleiben.

Unterhalb des Haarfilzes liegt die meist gebräunte Nährschicht (Fig. 16, *N*). Dieselbe ist hervorgegangen aus dem Integumente und besteht aus zahlreichen Reihen vollständig obliterierter Zellen, deren Lumina nur mehr als zarte Linien erkennbar sind, da der heranwachsende Samenkern mit starkem Drucke diese Schicht gegen die Haarschicht anpresst. Die Zahl der Reihen ist eine wechselnde. Bei Behandelm mit Kali oder Chloral werden sie etwas, aber nicht viel deutlicher. Man zählt alsdann höchstens 8. Schon daraus geht hervor, dafs die innersten Schichten des schliefslich sehr dicken Integumentes (Fig. 11) zu Grunde gehen und nur noch die äufseren als obliterierte Nährschicht am reifen Samen erhalten bleiben. Die gebräunte Nährschicht ist meist resistent gegen Schwefelsäure.

Das Funicularbündel tritt am Hilum in die Samenschale ein und verbreitet sich, sternförmig nach allen Seiten ausstrahlend, in dem subepidermalen Gewebe der Samenschale, in der Nährschicht. Die kleinen, nur 6—8 mik weiten Spiralgefäfse sind oft gekrümmt und das Ganze macht den Eindruck eines wirren Durcheinander. Weit dringen die Gefäfse aber in der Samenschale nirgends vor. Nach kurzem Verlaufe endigen alle etwa gleichweit vom Mittelpunkte, der Ansatzstelle des Funiculus. Die oben erwähnte Leiste, die das Hilum mit dem Randbuckel verbindet, führt kein Bündel, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man einen Querschnitt durch diese Partie führt. Hierbei zeigt es sich, dafs an dieser Stelle auch das Endosperm einen Buckel nicht bildet und die Samenschale eine Verdickung nicht zeigt. Wohl aber sieht man, dafs an der Stelle, wo beim trockenen Samen die der Richtung des Mikropylarkanales folgende Leiste liegt, die Haare kraus sind oder aufrecht stehen, rechts davon sich nach rechts, links davon sich nach links umlegen. Die Leiste wird also nur von dem Haarfilz erzeugt. Der Randbuckel (Fig. 13 und 14, *bu*), bald für das Hilum, bald für die Chalaza ausgegeben, ist keins von beiden, sondern nur eine Auftreibung der Samenschale an der Stelle, wo die Radicula liegt.

Das Endosperm (*End*) ist aufsen begrenzt von einer Reihe hoher, radial gestreckter Zellen (Fig. 16). Dieselben sind aufsen und in den zwischen die Zellen eindringenden Zapfen

kuticularisiert (*cut*, Fig. 24). Beim Behandeln mit Schwefelsäure bleibt also eine dicke äufsere Haut und die Zapfen zurück. Dann folgen isodiametrische Zellen mit etwas stärker verdickter Wand, die allmählich in immer stärker verdickte und radial gestreckte Zellen übergehen. Die Radialstreckung deutet auf eine Wanderung der Reservestoffe in radialer Richtung zum Centralspalt, der alsdann die gelösten Stoffe zum Keimling transportiert. Die innersten Endospermpartien, die an den Mittelspalt grenzen, bestehen aus isodiametrischen, sehr stark verdickten Zellen, deren Wand nicht selten eine Dicke von 25 mik und mehr erreicht. Den Spalt begrenzt das Quellgewebe, die Quellschicht. In Alkohol betrachtet, liegt dieselbe als breite hyaline Schicht dem Endosperm an, in Wasser quillt sie stark und besteht aus dünnwandigen Zellen. Die Bedeutung der Quellschicht beruht darauf, dafs sie sich den bei der Keimung in den Spalt hineinwachsenden Kotyledonen fest anlegt und die Aufnahme der gelösten und der Quellschicht zugeführten Reservestoffe durch die Epidermis der Kotyledonen vermittelt. Die Kotyledonen wirken als Saugorgan.

Die Membranen der Endospermzellen, auch bei Betrachtung in Alkohol sehr dick, quellen nach Zufliefsenlassen von Wasser noch beträchtlich: der ganze Schnitt streckt sich bedeutend. Erhitzt man alsdann den in Wasser liegenden Schnitt auf etwa 80—90°, so quellen die Wände der mittleren und inneren Schichten zunächst so stark, dafs das Lumen verschwindet und die Inhaltskörper herausgequetscht werden; schliefslich lösen sich die Wände bis auf die nicht quellende Intercellularsubstanz zu einer farblosen Schleimmasse, die sich mit Jodschwefelsäure blau färbt. Die Verdickung der Wände und die Ausbildung der Inhaltskörper des Endosperms findet übrigens erst in einem sehr vorgerückten Stadium der Entwickelung, im fast reifen Samen statt. Läfst man zu dem mit Alkohol gehärteten und in Alkohol liegenden Schnitte Jodjodkali fliefsen und wäscht mit Wasser aus, so sieht man, dafs die Membran in ihrer ganzen Dicke von zarten, plasmaerfüllten Kanälchen durchzogen ist, die das Lumen der einen Zelle mit dem der benachbarten in offene Kommunikation setzen (Fig. 22 u. 23). Von der Fläche gesehen erscheinen diese Kanälchen als feine Punkte (*x*, Fig. 23).

Läfst man zu dem Schnitte nun, nachdem das Jodjodkali ausgewaschen ist, konzentrierte Schwefelsäure zufliefsen, so bläuen sich die Membranen aller Zellen intensiv. Doch giebt es auch Samen oder Partien innerhalb eines Samens, die eine solche Bläuung, bezw. Überführung in eine blaue Gallerte nicht zeigen, sondern die sich hierbei gelb färben, wie echte Schleime. Dem ganzen Verhalten nach bestehen die Membranen der mittleren und inneren Schichten also aus Celluloseschleim oder echtem Schleim, sind also Schleimmembranen (Angew. Anatomie, S. 193), die der äufseren aus wenig oder gar nicht quellender Cellulose.

In den ersten Stadien der Quellung zeigt die Membran eine deutliche Schichtung. Wäscht man das mit Jodjodkali behandelte Präparat mit Wasser aus, so tritt eine deutliche Differenzierung der Membran hervor. Die Intercellularsubstanz wird als scharfe Linie sichtbar (*i* in Fig. 23), das Lumen der Zelle umgiebt eine schmale tertiäre Membran (*te*, Fig. 23) und die Hauptmasse wird von der am stärksten quellenden breiten sekundären Membran gebildet (*m* in Fig. 23).

Der Inhalt der Endospermzellen besteht aus Plasma und Aleuronkörnern. Das Plasma kleidet namentlich die Wand aus (*pls*, Fig. 23) und steht durch die erwähnten feinen Kanälchen der Wand mit dem Plasma der benachbarten Zellen in direkter Verbindung (Fig. 22 u. 23). Er ist, wie dies bei Samen die Regel ist, aufs innigste gemischt mit fettem Öl. Ob dies Ölplasma nicht sogar (hier wie anderwärts) eine schon durch Wasser zerstörbare chemische Verbindung repräsentirt, bleibt zu untersuchen. Thatsache ist, dafs die Öltropfen erst bei Behandlung mit Wasser oder Reagentien hervortreten. Osmiumsäure färbt bei allen daraufhin untersuchten Samen das Ölplasma homogen schwarz. Die Aleuronkörner sind aufserordentlich mannigfaltig gestaltet (*al* in Fig. 16 u. 23, sowie Fig. 25), kugelig, eckig, spindelförmig und sehr verschieden grofs, im Maximum 50, meist 5—30 mik lang. Sie enthalten in die Grundmasse eingebettet sehr zahlreiche, ungleich grofse, runde, 1—6 mik grofse Globoide. Bisweilen erfüllt ein Korn das Lumen der ganzen Zelle oder aber es liegen mehrere von sehr ungleicher Gröfse dicht nebeneinander, ein grofses neben 3—10 kleineren, sich gegenseitig abplattend oder in der Form beeinflussend. Auch die Form des Lumens ist für die Gestalt mafsgebend. Ihre Konturen sind oft gelappt, ausgebuchtet, verzogen, ihre Oberfläche grubig. Um sie studieren zu können, legt man dünne Schnitte einige Tage in starken Alkohol und beobachtet in Alkohol. Jod färbt die Grundmasse gelb, verdünntes Kali löst sie und läfst die Globoide übrig. Bisweilen findet man unter den farblosen Samen einmal einen, der beim Aufbrechen im Innern eine violett-schwarze Farbe besitzt. Bei diesen Samen zeigen die Aleuronkörner eine lichtviolette Farbe.

Der Inhalt giebt auch die Zuckerreaktion: mit konzentrierter Schwefelsäure tritt Rotfärbung des Plasmas und der Öltropfen ein. Das fette Öl aller Samen speichert den bei dieser Reaktion gebildeten roten Farbstoff, wie die anderen weiter unten zu erwähnenden begierig. Der Zucker entsteht durch Spaltung des Glycosides Loganin.

Strychnin und Brucin sind mikrochemisch im Inhalte der Endospermzellen leicht nachzuweisen. Diese Alkaloide scheinen im Plasma und wohl auch in den Aleuronkörnern gebildet und gespeichert zu werden.

Strychnin ist makrochemisch nachzuweisen durch in konzentrierter Schwefelsäure gelöstes Ceroxyd (Farbe anfangs blau-violett, dann bleibend rötlich-gelb, 48 Stunden haltbar), durch Schwefelsäure und Kalipyrochromat (Farbe anfangs blau-

violett, dann violett und fleischrot, nicht dauerhaft) und eine Lösung von vanadinsaurem Ammon in Schwefelsäure (tief-violett, dann roth-violett und orange, 48 Stunden haltbar).

Für den mikrochemischen Nachweis des Strychnins eignet sich das Cer am wenigsten, das Vanadin am besten. Der durch eintägige Digestion mit Petroläther entfettete Schnitt (Strychnin und seine Salze sind in Petroläther unlöslich) wird in einen Tropfen Schwefelsäure eingetragen, dem man eine Spur vanadinsaures Ammon zugesetzt hatte: der Inhalt aller Endospermzellen (die Proteinsubstanzen und das Öl) färbt sich sofort violett. Die Rötung, die Schwefelsäure allein infolge des Zuckergehaltes bewirkt, stört etwas, aber nicht viel, denn wenn der entfettete Schnitt in konzentrierte Schwefelsäure allein eingetragen wird, tritt anfangs überhaupt keine Reaktion ein, erst nach und nach färbt sich der Inhalt rötlich, was in den ersten Stadien nur mikroskopisch sichtbar ist. Der nicht entfettete Schnitt wird durch Vanadin-Schwefelsäure erst tief-violett, dann fuchsinfarben. Cersulfat in Schwefelsäure färbt den nicht entfetteten Schnitt violettrot, den entfetteten langsam violett. Legt man einen entfetteten Schnitt in Schwefelsäure und streut einige Stäubchen sehr fein gepulvertes Kaliumpyrochromat auf den Schnitt, so bildet sich um jedes Körnchen ein violett-roter Hof. Diese Reaktion ist aber sehr unbeständig. Zucker und Brucin zuvor mit Alkohol zu entfernen, ist nicht nötig und geht nicht wohl an, da das in dem Samen enthaltene Strychninsalz ebenfalls alkohollöslich ist.

Brucin ist mittelst Salpetersäure leicht nachzuweisen. Beim Einlegen des Schnittes in Salpetersäure färben sich die Inhalte aller Endospermzellen tief orangegelb. Ein Zusatz von Salzsäure erhöht die Lebhaftigkeit der Farbe. Ein Zusatz von Selensäure ist nicht erforderlich. Ein nicht entfetteter Schnitt wird durch salpetersäurehaltige Selensäure kaum tiefer orangegelb, als mit Salpetersäure allein.

Brucin begleitet Strychnin in allen Zellen (Gesamtgehalt 0,5—5 Proz.).

Schneidet man den Samen an der dem erwähnten Randbuckel gegenüberliegenden Seite an und bricht ihn, das Messer in den Endospermspalt einbohrend, in der Mitte entzwei, so sieht man den kleinen Keimling an der Samenbasis liegen (*Em*, Fig. 14). Er besteht aus einer keulenförmigen, an der Spitze verdickten Radicula und zwei herzförmigen, mit der Fläche aufeinander liegenden Kotyledonen (Fig. 6). Die Kotyledonen sind durchzogen von meist 7 (seltener 9), von der Basis nach oben bogenförmig verlaufenden, unter sich durch ein sehr feines Anastomosennetz verbundenen Nerven. Der Hauptnerv ist gerade und stärker. Die Nerven führen Prokambiumstränge (*proc*, Fig. 21). Das Blattgewebe ist ein zartwandiges Parenchym. Die Blattoberseiten der Blätter liegen aufeinander und zeigen palissadenartige Streckung einer oder zweier subepidermaler Zellenreihen. Die stärkeren Nerven sind vorgewölbt, die schwächeren liegen im Gewebe eingebettet (Fig. 21). Die dicke Radicula führt rings um ein centrales Mark einen Kranz von Prokambiumbündeln (*proc*, Fig. 20). Das Grundgewebe ist bei Kotyledonen und Radicula ein kleinzelliges Parenchym (Fig. 20 u. 21). Alle Zellen enthalten Aleuron und viel fettes Öl.

Das Pulver.

Das feinste Pulver der Krähenaugen besteht vorwiegend aus den Fragmenten der Haare und der Endospermzellen. Die ersteren sind meist so stark zertrümmert, dafs man nur Stücke der einzelnen Leisten findet. Bei Präparation in Alkohol sieht man die Aleuronkörner. Jodjodkali bewirkt einen starken gelben mikrokristallinischen Alkaloid-Niederschlag.

0,1—0,2 Pulver genügen, um alle Strychninreaktionen auch makrochemisch zu erhalten. Man zieht mit weinsaurem Alkohol aus und dampft stark ein.

Taf. 35.

Erklärung der Abbildungen.

Strychnos Nux vomica I.

Fig. 1. Frucht von aufsen.

„ 2. Frucht, quer durchschnitten mit 2 Samen.

„ 3. Querschnitt durch die Randschicht der reifen Fruchtschale.

„ 4. Querschnitt durch den Fruchtknoten, bei *x* Mittelrippe der Karpelle.

„ 5. Längsschnitt durch den Fruchtknoten.

„ 6. Aus dem Samen herauspräparierter Keimling.

„ 7. Querschnitt durch die junge Frucht. Ein Ovulum ist befruchtet und entwickelt sich zum Samen (*S*), die anderen Ovula und die Scheidewand beiseite schiebend. Endosperm noch nicht entwickelt.

„ 8. Ovulum. *Mp* Mikropyle. *Fun* Funiculus. *i* Integument.

„ 9—11. Entwickelung des Integumentes. Fig. 9. Querschnitt durch das Integument des Ovulums. Fig. 10 Querschnitt durch die junge, als Nährschicht fungierende, stärkeführende Samenschale eines 6 mm breiten Samens. Fig. 11 dasselbe bei einem 10 mm breiten Samen.

„ 12. Anheftung des Samens im Fruchtfleisch und Ausbreitung des Funiculusbündels am Hilum.

„ 12a Dasselbe, der ganze Samen schematisiert dargestellt. Same unreif, Breite 13, Dicke 2 mm.

„ 13. Same von oben. *Hi* Hilum, *Li* erhabene Linie des Haarbeleges, *bu* Randbuckel über der Spitze der Radicula.

Fig. 14. Same parallel der Fläche (im Längsspalt) auseinander gebrochen. *Em* Embryo.

„ 15. Same in der Richtung der Linie *Li* (Fig. 13) längsdurchschnitten. *Sp* Endospermspalt. *Em* Embryo.

„ 16 Querschnitt durch die Randschicht des Samens. *N* Nährschicht, *t* Haarbeleg.

„ 17. Querschnitt durch die Basis eines Haares.

„ 17b. Querschnitt durch den mittleren Teil eines flachen Haares, die Wandleisten im Querschnitt.

„ 18. Spitze eines Haares (vgl. auch Fig. 278 der Angew. Anatomie).

„ 19. Entwickelung der Leisten eines Haares. *a* ohne Leisten, *b* erste Anlage, *c* fortgeschrittenes Stadium.

„ 20. Querschnitt durch die Radicula des Keimlings bis zur Mitte.

„ 21. Querschnitt durch einen Kotyledon.

„ 22. Offene Kommunikation der Zellen (nach Tangl), nach einem in wasserarmer Jodtinktur liegenden Präparate.

„ 23. Zellen in der Mitte des Endosperms mit Aleuronkörnern (*al*). Die Membran ist nach einem in Jodjodkali liegenden Präparate gezeichnet. Die Verbindungskanäle treten deutlich hervor. *x* die Verbindungskanäle von der Fläche gesehen, *i* Mittellamelle, *m* stark quellende sekundäre Membran, *te* tertiäre Membran.

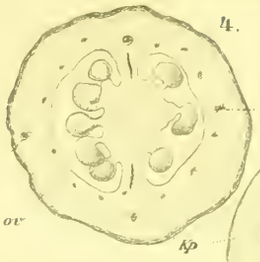
„ 24. Die kuticularisierte Zapfenschicht der äufseren Membran der Endosperm-Epidermis.

Sem. strychni.

1.

2.

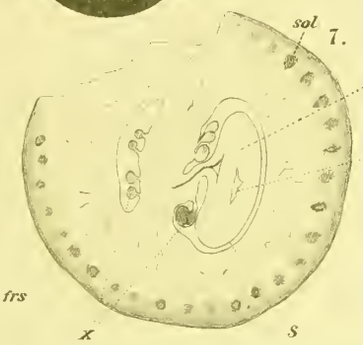
3.



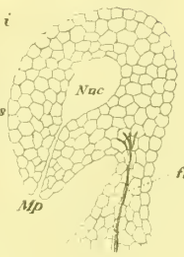
4.

5.

6.

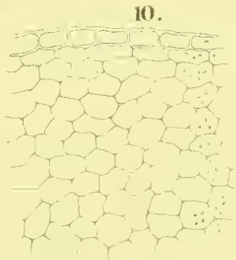


7.

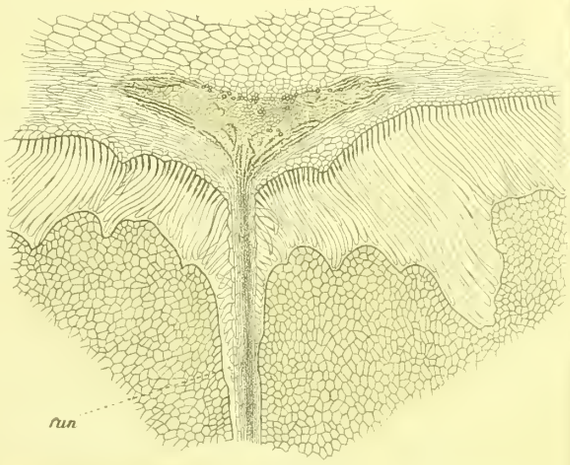


8.

9.


10.

11.



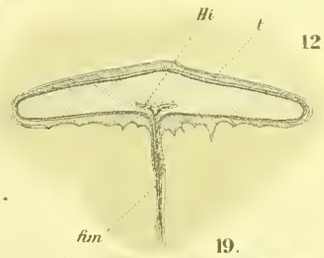
12.

17b

13.

14.

15.

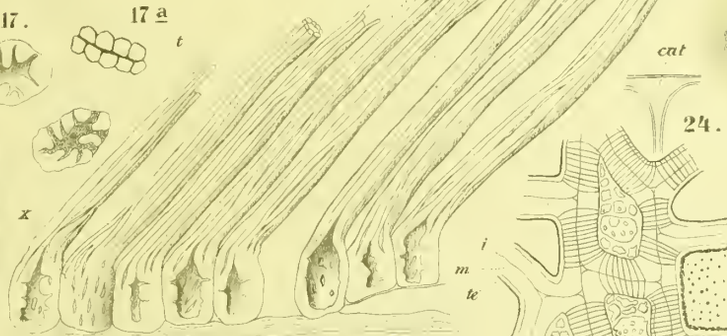


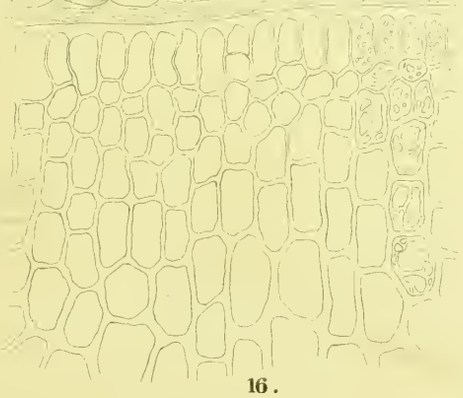
12a

18.

17.

17a





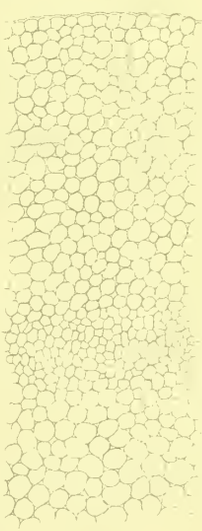
16.

24.

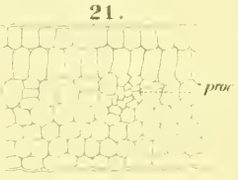
23.

19.

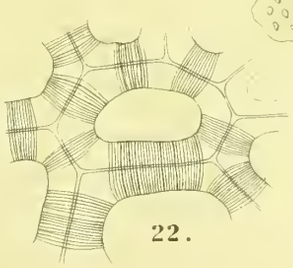
25.



20.



21.


22.

Louis Gerstner lithogr. Anst. Leipzig R

Herb. conii.

Schierlingskraut, Ciguë officinale, Hemlock leaves.

In arzneilicher Anwendung wird das von den stärkeren Stengeln befreite blühende Kraut von Conium maculatum L. genommen.

Der im zweiten Jahre aus dem Wurzelkopfe hervorwachsende Stengel ist in den obersten Partien solid, wird aber schon ziemlich hoch oben hohl und röhrig und ist alsdann nur an den Knoten geschlossen. Er ist nicht ganz genau rund, sondern zeigt schwach hervortretende Leisten mit breiten Furchen dazwischen. Er ist kahl — wie die ganze Pflanze —, bläulich bereift (Wachsüberzug), in den unteren Partien braunrot-gefleckt. Die Seitensprosse entspringen in den Blattachseln, die unteren stehen zerstreut, die oberen sind oft zu 2—5gliederigen Scheinquirlen vereinigt. Die Verzweigung ist dabei eine cymöse, indem Übergipfelung des die Infloreszenz tragenden Hauptsprosses durch eine oder mehrere (meist 2) seitliche Sprosse erfolgt und sich das Gleiche bei den Verzweigungen erster und höherer Ordnung wiederholt. Die Infloreszenz des untersten Scheinquirls, die an der Spitze des Hauptsprosses und „in der Gabel“ steht, blüt zuerst auf, dann folgen die Infloreszenzen der übergipfelnden Seitensprosse erster Ordnung und so fort. Die Blätter sind im ersten Jahre nur wurzelständig, im zweiten, in dem der blühende Stengel entwickelt wird, stengelständig. Die wurzelständigen Blätter sind ebenso wie die basalen Stengelblätter im Umfange rundlich-breiteiförmig, dreifach-fiederteilig, bisweilen über 20 cm lang, an gleichlangem Stiele sitzend. Die Fiederstücke des ersten und zweiten Grades sind gestielt, im Umfange eiförmig, die des ersten Grades 6—8jochig, die des zweiten meist 5jochig. Die Fiederstücke dritten Grades sind sitzend, länglich eiförmig, tief fiederspaltig mit ovalen oder länglichen, eingeschnitten-gesägten Zipfeln, deren breite stumpfe Sägezähne in eine kurze farblose Stachelspitze auslaufen. Der Blattstiel und die Spindel sind rinnenförmig, fast gekielt (Fig. 9), mit einer schmalen rinnenförmigen, am Rande trockenhäutigen, doppelt geöhrten Scheide (Vagina) am Grunde, die als die beiden verwachsenen Nebenblätter aufzufassen ist. Je weiter man am Stengel nach oben rückt, um so kleiner, einfacher, kürzer gestielt und kürzer bescheidet werden die Blätter, die obersten sind sitzend und zeigen kaum noch eine Scheide. Unten stehen die Blätter zerstreut, in der oberen Region sind sie zu 2—5gliederigen Scheinquirlen vereinigt, die Seitensprosse behüllend. Es sind dies Scheinquirle, denn man sieht deutlich, dafs das eine Blatt höher inseriert ist, als das andere. Die Dolden sind doppelt. Sie sind endständig und schliefsen den Sprofs ab. Sie sind 12—20strahlig. Das die Dolde umhüllende Involucrum ist 5- oder mehrblättrig, zurückgeschlagen, die Blättchen lanzettlich, zugespitzt, am Rande häutig. Das das Döldchen behüllende, verwachsen-blätterige Involucellum ist einseitig nach aufsen gerichtet, kürzer als das Döldchen, 3—5blätterig (Taf. 37, Fig. 6a).

Die Blüten sind sämtlich hermaphrodit und fruchtbar, weiss oder bisweilen etwas gelblich, aktinomorph, nur am Döldchenrande bisweilen nach Umbelliferenart in der Korolle schwach strahlig. Der grüne unterständige Fruchtknoten ist von der Seite zusammengedrückt, 2fächerig, 10rippig, mit stumpfen gekerbten Rippen. Der oberständige Kelch ist nur in Gestalt eines wulstigen Randes oben am Fruchtknoten ausgebildet. Die 5 epigynischen, choripetalen Korollenblätter sind umgekehrt-herzförmig, mit kurzen, eingeschlagenen Spitzenlappen, bei den meisten Blüten gleich grofs, bisweilen die randständigen bei den Randblüten gröfser. Die 5 grofsen epigynischen Stamina alternieren mit den Korollenblättern. Sie tragen rundliche Antheren, die auf dem Rücken angeheftet sind. Die Pollenkörner sind länglich, in der Mitte eingeschnürt. In der Mitte der Blüte liegt ein breites, zweiteiliges Stylopodium (Griffelpolster), welches zwei anfangs aufrechte, später niedergebogene Griffel mit stumpfen Narben trägt (vergl. auch Taf. 37).

Während der Stengel in den oberen Partien ziemlich stark hervortretende Rippen besitzt, die z. B. zu der Zeit, wo die Kollenchymbündel noch meristematisch sind, als scharfe Leisten sichtbar sind, wird derselbe, je weiter man nach unten kommt, immer mehr stielrund und die Leisten treten wenig oder gar nicht scharf hervor. Immerhin sind sie bei Betrachtung mit der Lupe am Querschnitte recht deutlich zu sehen (Fig. 12).

Ein 3 mm dickes Internodium zeigt folgenden Bau. Unter der grofszelligen, Spaltöffnungen (*st*, Fig. 11) tragenden Epidermis (*Ep*, Fig. 11), deren Zellen an der Aufsenseite

ziemlich stark verdickt und mit einer gefalteten Kuticula (*cut*) bedeckt sind, liegt in den Furchen ein mehrzelliges parenchymatisches Gewebe, dessen äufserste Reihe meist wenig oder gar kein Chlorophyll enthält, aufsen starkwandig ist und demgemäfs die Epidermis hypodermatisch verstärkt (*hd*). Die auf diese Reihe folgenden Zellschichten führen Chlorophyll, zeigen aber meist keine deutliche palissadenartige Streckung (*chlp*, Fig. 11). In den Rippen und in den Mittelstreifen der Furchen fehlt das Chlorophyllparenchym, und das Pseudohypoderm grenzt direkt an die grofsen Kollenchymbündel, die die ganze Rippe ausfüllen und als breite Streifen in der Mitte zwischen je 2 Rippen — in der Mitte der breiten Furche — liegen, dort bisweilen Sekundärrippen erzeugend (*col*,, Fig. 11 u. 12). Die Epidermiszellen, sowie die subepidermalen Hypodermzellen enthalten an den Stellen, wo der Stengel die bekannten roten Flecke zeigt, die der Pflanze den Namen „maculatum" verschafft haben, einen violettroten Farbstoff im Zellsafte gelöst (*v*, Fig. 11). Aber auch sonst sind dieselben der Sitz differenter Körper. Legt man die frischen Stengel in Alkohol, so kristallisiert vornehmlich in ihnen, dann aber auch in dem Furchenparenchym in schönen, oft zu centrisch verzweigten Gebilden vereinigten, in Kali löslichen Nadeln oder in Sphärokristallen (*kr*, Fig. 11) ein Stoff aus, der sich ganz wie jener Körper verhält, den ich bei den Pfefferminzblättern beschrieben habe (S. 74).

Die primären Kollenchymbündel liegen ausschliefslich in den 10 Rippen. So findet man z. B. in einem 1 mm dicken Internodium nur dort Kollenchymstreifen. Bei 3 mm dickem Internodium sind dann auch zwischen den primären Rippenkollenchymbündeln (*col*, Fig. 11 u. 12) in den Furchen kleinere Kollenchymbündel entstanden (*col*,, Fig. 11 u. 12). Dadurch wird, da das Gewebe sich an diesen Stellen vorwölbt, der Stengel 20 rippig (Fig. 12). Im späteren Verlaufe vermehrt sich die Zahl der Kollenchymbündel immer mehr und die Rippen werden immer undeutlicher: der Stengel wird fast stielrund. Innerhalb der primären und auch der meisten sekundären Kollenchymbündel liegt, diesen anliegend oder eingebettet oder doch nur durch einige Zellreihen von ihnen getrennt je ein kleiner langgestreckter schizogener Sekretgang (*scb*, Fig. 11 oben). Nach innen zu folgt alsdann das grofszellige Parenchym der Rinde. Eine Stärkescheide ist deutlich (*sts*, Fig. 11), besonders auf dem Längsschnitte. Sie grenzt unmittelbar an die Siebteile der Bündel.

Die Kollenchymstreifen der 10 primären Rippen sind die mechanischen Belege der 10 primären Gefäfsbündel, die ein stark ausgeprägtes Zehneck bilden. Schon frühzeitig, lange bevor die sekundären Kollenchymstreifen gebildet werden, entstehen zwischen den durch Markstrahlen getrennten primären Bündeln sekundäre, und zwar in der Weise, dafs sich im Markstrahlgewebe ein meristematischer Prokambiumstrang differenziert, der zum Bündel wird. In einem 1 mm dicken Internodium sieht man oft schon 16 Bündel.

Wenn das Internodium eine Dicke von 2 mm erreicht hat, beginnt die Bildung des Libriformringes. Dieselbe ist mit der Bildung neuer Bündel verknüpft und erfolgt in der Weise, dafs sich durch Übergang des interfascikularen Parenchyms in Meristem zunächst von Bündel zu Bündel ein unregelmäfsiges Folgemeristem spannt, welches sich beiderseits an die Kambien der primären Bündel anlegt, auf diese Weise einen geschlossenen primären Kambiumring erzeugend. Derselbe repräsentiert aber nicht den eigentlichen Verdickungsring. Die Zellen der interfascikularen Meristempartien sind auch gar nicht in radialen Reihen angeordnet, wie dies beim Verdickungsringe stets der Fall ist, sondern bilden ein unregelmäfsiges Mosaik. In diesem primären Kambiumring geht nun die weitere Entwickelung in verschiedener Weise vor sich. In einem Falle entsteht aus diesem Folgemeristem durch unregelmäfsige Teilungen ohne vorherige Bildung eines Reihenkambiums ein Libriformstreifen (Fig. 11 bei *x*), der sich später an die Libriformstreifen der Bündel anlegt und so einen Libriformcylinder bildet. Die Bildung von Reihenkambium unterbleibt ganz. Im andern Falle geht, nachdem einige Libriformzellen im primären Kambiumringe gebildet wurden, der mittlere Streifen desselben, der sich beiderseits an das Kambium der primären und sekundären Bündel anlegt, in normales Reihenkambium über, und dies erzeugt zunächst nach aufsen Siebteil-Gruppen (Fig. 11 bei *y*), dann nach innen neben Libriform auch neue Gefäfsteile. So entstehen tertiäre, in ihrem Gefäfsteile in den nunmehr geschlossenen Libriformcylinder eingebettete Gefäfsbündel.

Diese letzteren sind arm an Gefäfsen (3—7 gegen 10—20 bei den primären und sekundären Bündeln), ja bisweilen fehlen die Gefäfse ganz und an ihrer Stelle tritt nur Libriform auf (*z*, Fig. 11). Es tritt dadurch deutlich das Bestreben der Pflanze hervor, in diesem Stadium der Entwickelung mehr die mechanischen wie die wasserleitenden Elemente zu vermehren und zu kräftigen, ein Bestreben, das, je weiter man im Stengel nach unten kommt, immer stärker hervortritt.

Diesen tertiären Gefäfsbündeln entsprechen auch aufsen keine Kollenchymstreifen, während vor den primären und sekundären stets eine subepidermale Kollenchymgruppe liegt und dieselben auch stets innen einen Libriformbeleg besitzen, der den tertiären ebenfalls fehlt. Der Libriformring bildet bei einem 6 mm dicken Internodium eine relativ breite Röhre von unregelmäfsigem Umrisse, die besonders bei den tertiären Bündeln Ausbuchtungen zeigt.

Schon bei den 3 mm dicken Internodien ist der äufsere Teil der Siebteile der stets kollateralen Gefäfsbündel obliteriert und nur der innere führt noch Plasma und ist leitend. Dies tritt noch stärker bei den oberen Internodien hervor. Auch im Siebteil treten schizogene Sekretbehälter auf.

Der Gefäfsteil besteht aus Gefäfsen und Holzparenchym. Die primären, zu innerst liegenden Gefäfse sind schmaler als die sekundären. Sie sind stets Ring- oder Spiralgefäfse, die sekundären Spiral-, Leiter- oder Tüpfelgefäfse. Radiale Längsschnitte durch die Internodien von Conium sind hübsche Objekte, um alle Gefäfsformen nebeneinander zu demonstrieren.

In den jungen Internodien findet sich ein aus parenchymatischen Zellen gebildetes Mark. Dasselbe schwindet später zum Teil. Schon ein 3 mm dicker Sprofs zeigt eine relativ

grofse Markhöhle (Fig. 11 u. 12). Die an die Markhöhle grenzenden Zellen sind obliteriert (*obl*, Fig. 11).

Die Blätter sind dünn — 120—165 mik dick — und besitzen einen einfachen Bau (Fig. 3 u. 4). Unter der grofszelligen Epidermis der Oberseite (*Epo*, Fig. 4) liegt eine Reihe Palissaden, dann folgt das durchlüftete Merenchym (*mer*), 3 bis 5 Reihen, und dann die kleinzellige Epidermis der Unterseite (*Epu*). Die Seitenwände der Epidermiszellen beider Seiten zeigen wellige Verbiegungen (Fig. 7 u. 8) mit Ausnahme der über den Nerven liegenden Streifen (*x*, Fig. 8). Die Kuticula der Oberseite ist glatt, die der Unterseite zeigt schwache Streifung (Kuticularfalten). Stomata finden sich auf beiden Seiten (Fig. 7 u. 8), doch ist die Unterseite viel reicher daran. Sie besitzen 3 oder 4 Nebenzellen. Die Zellen des Blattrandes zeigen, wenn man das Blatt von der Fläche betrachtet, eine schwache, gegen die Blattspitze gerichtete Ausstülpung (Fig. 6).

Der Mittelnerv der Endlappen (Fig. 2) springt etwas nach unten vor. Er führt ein grofses kollaterales, vorwiegend Spiralgefäfse führendes Bündel ohne mechanischen Beleg, doch findet sich auf der Unterseite ein schmaler subepidermaler Kollenchymstreifen (*col*, Fig. 3). Aufser dem Mittelnerv durchziehen noch zwei Randnerven das Blatt (*Ne*, Fig. 2 u. 5), die sich oben mit dem Hauptnerven vereinigen und mit demselben durch zarte Queranastomosen verbunden sind (Fig. 2). Im Siebteile der Nervenbündel liegen kleine schizogene Sekretbehälter, bei den Nervenendigungen sind diese Behälter klein oder fehlen. Am Blattrande gehen die Palissaden im Bogen nach der Unterseite herum (Fig. 5). Haare fehlen dem Blatte.

Die letzten Blattabschnitte, die Fiederstücke dritten Grades (Fig. 1), sind tief zerschlitzt, die unteren Zipfel grofs, die oberen sägezahnartig. Alle diese Zipfel laufen in eine kurze kegelförmige Spitze aus, die farblos ist und aus etwas gestreckten chlorophyllfreien Zellen besteht. Besonders an dem getrockneten Blatte sieht man das zarte helle Spitzchen, das für Conium charakteristisch ist.

Das Coniin scheint seinen Sitz vornehmlich in der Epidermis zu haben. Folgende Coniinreaktionen können mikrochemisch verwendet werden. (Die Reaktionen wurden auf dem Objektträger auf weifser Grundlage ausgeführt.) Löst man Coniin in konzentrierter Schwefelsäure, streut einige Körnchen Ammoniumvanadinat darauf und verteilt mit dem Glasstabe, so tritt zuerst braun-grüne, dann grüne und schliefslich eine blaue, ins Violette spielende Farbe ein. Coniin in verdünnter Schwefelsäure gelöst giebt mit Phosphormolybdänsäure einen dicken, käsigen, gelblich-weifsen Niederschlag, mit Jodjodkali eine rotbraune Fällung, mit Kaliumquecksilberjodid einen hellen Niederschlag, mit Pikrinsäurelösung eine gelbe, käsig zusammenballende Fällung und mit Kaliumwismutjodid einen zinnoberroten Niederschlag. Löst man ein Tröpfchen Coniin in Salzsäure, so kristallisiert am Rande des Tropfens alsbald das Coniinchlorhydrat in schönen Nadeln aus.

In der Epidermis des Coniumblattes erhält man mit Vanadinschwefelsäure eine blaue Farbenreaktion, mit Phosphormolybdänsäure eine undeutliche Fällung, mit Jodjodkali eine geringe rotbraune Fällung, mit Kaliumwismutjodid eine körnige rotgelbe Fällung. Bei der Schwierigkeit, mit so dünnen Blattquerschnitten operieren zu müssen, ist es nicht ganz sicher festzustellen, ob diese Reaktionen nur in der Epidermis auftreten oder ob auch das Mesophyll daran beteiligt ist. Das ist jedoch sicher, dafs die Reaktionen vorwiegend in den Epidermiszellen auftreten. Schon oben habe ich ja darauf hingewiesen, dafs die Vorstellung, dafs die Epidermis nur indifferenten Zellsaft enthalte, irrig ist. Gerade in der Epidermis finden sich zahlreiche differente Körper und namentlich die Alkaloide scheinen die Epidermis besonders zu bevorzugen. Auch die oben erwähnten Kristalle findet man bei Alkoholmaterial wieder vorwiegend in den Epidermiszellen (*kr*, Fig. 4 u. 5).

Der Blattstiel sowie die Blattspindel sind rinnig. In den oberen Partien führt die Spindel aufser dem Hauptbündel auf jeder Seite zwei kleinere Bündel, in den unteren je 3, so dafs er also von 5 bezw. 7 Bündeln durchzogen wird. An der Rinne liegen keine Bündel, dagegen entspricht jedem Bündel ein subepidermaler Kollenchymstreifen (Fig. 9 u. 10a). Im Siebteile der gröfseren Bündel liegen schizogene Sekretbehälter (Fig. 10, *scb*).

Die Basis der Blattstiele läuft in eine tutenförmige Blattscheide aus. Dieselbe zeigt auf der Unterseite 7 oder 9 schwach hervortretende Rippen. In jeder derselben liegt ein Kollenchymstreifen und jedem der letzteren entspricht ein Bündel (Fig. 13 u. 14). Der Rand ist häutig und eingerollt (Fig. 13) und besteht aus nur 2 Zellschichten, den beiden Epidermen (Fig. 14).

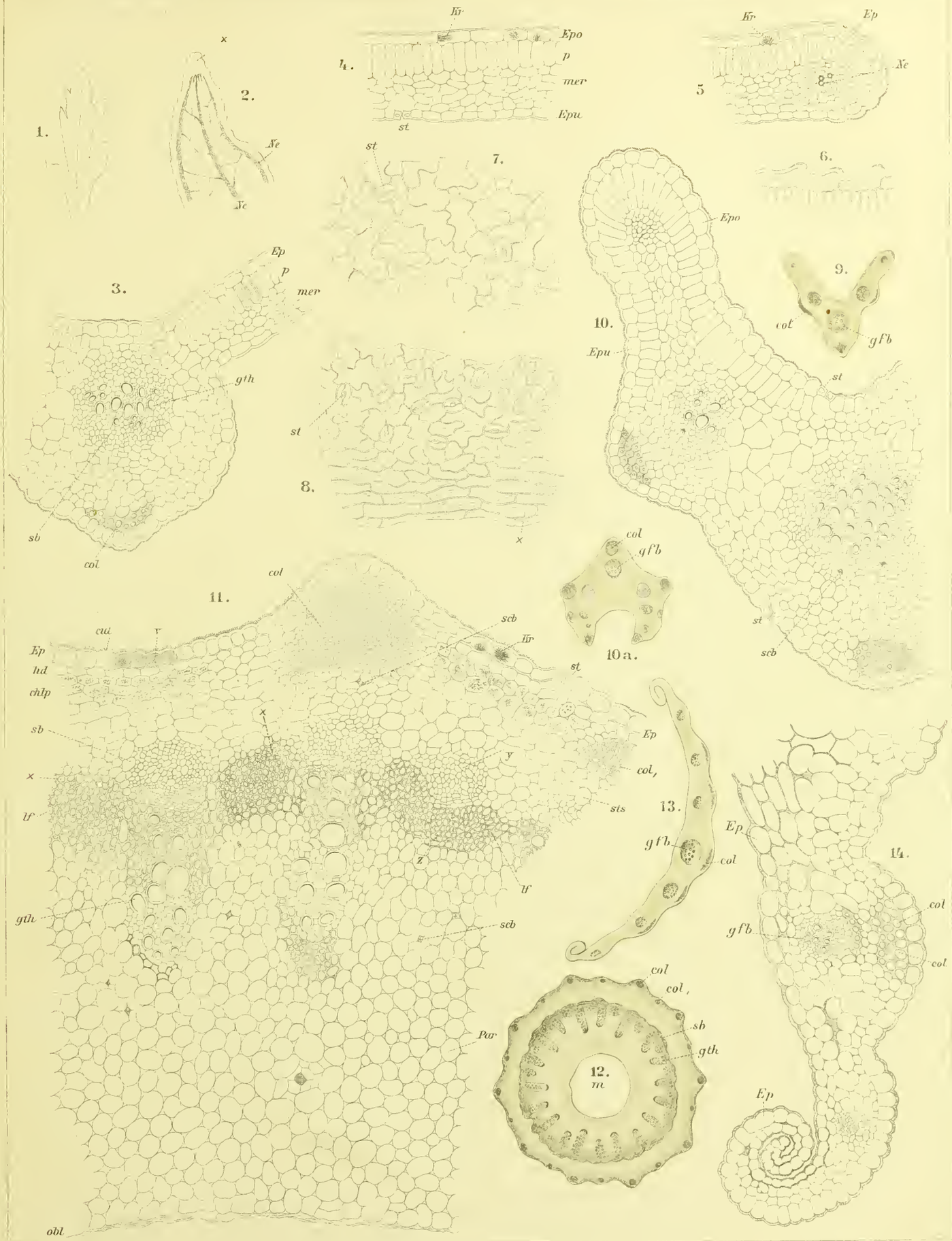
Das Grundgewebe der Blattstiele und Blattscheiden ist ein zartwandiges Parenchym, das auf der Blattstiel-Oberseite, besonders am Rande, deutliche Palissadenstreckung zeigt.

Tafel 36.

Erklärung der Abbildungen.

Conium maculatum L.

Fig. 1. Blattabschnitt dritter Ordnung, Endlappen.
„ 2. Blattzahn. × hyaline Spitze.
„ 3. Querschnitt durch die Mittelrippe eines Endlappens.
„ 4. Querschnitt durch die Blattlamina.
„ 5. Querschnitt durch den Blattrand.
„ 6. Epidermiszellen des Blattrandes, Flächenschnitt.
„ 7. Epidermis der Blattoberseite, Flächenansicht.
Fig. 8. Epidermis der Blattunterseite.
„ 9 u. 10a. Querschnitte durch Blattspindel und Blattstiel.
„ 10. Blattstiel, Querschnitt.
„ 11. Querschnitt durch ein Internodium des Stengels.
„ 12. Querschnitt durch den Stengel, Lupenbild.
„ 13. Querschnitt durch die Blattscheide, Lupenbild.
„ 14. Querschnitt durch den Rand der Blattscheide.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Herb. conii.

(Fortsetzung.)

Die schon oben (S. 155) beschriebenen Blüten der Schierlingspflanze (Fig. 1) sind bekanntlich zu Döldchen vereinigt, die von einem Involucellum behüllt sind. Die Döldchen ihrerseits sind wieder zu Dolden vereinigt, die von einem Involucrum behüllt werden.

Das Involuerum besteht aus eilanzettlichen, nicht miteinander verwachsenen Blättchen, die von einem Hauptnerven und 2 Seitennerven, die untereinander vielfach anastomosieren, durchzogen sind und in dem unteren breiteren Teile einen häutigen Rand besitzen. Die Oberseite zeigt ein Palissadengewebe (*p*, Fig. 6) und eine sehr eigentümliche Gestaltung des über den Nerven liegenden Epidermalgewebes. Vornehmlich in den unteren Teilen des Blattes sind nämlich die Epidermiszellen besonders deutlich über dem Mittelnerven, aber auch über den zwei Seitennerven zu kegelförmigen kurzen Haaren ausgestülpt (*t*, Fig. 6 u. 7).

Die Epidermis der Oberseite besteht aus gestreckten, ungewellten Zellen mit Kuticularquerfalten, Spaltöffnungen sind selten (Fig. 7), die Epidermis der Unterseite aus Zellen mit wellig gebogenen Seitenwandungen. Die Kuticularfalten laufen unregelmäfsig. Spaltöffnungen sind zahlreich (*st*, Fig. 8).

Das verwachsen-blättrige Involucellum besteht ebenfalls aus eilanzettlichen Blättchen, die in eine lange Spitze auslaufen (Fig. 6a). Sie führen einen Mittelnerv, von dem zahlreiche Anastomosen ausgehen. Auch bei den Blättchen des Involucellums sind, wieder besonders häufig im unteren Teile, über den Nerven die Epidermiszellen trichomatisch ausgestülpt. Diese Stellen bei Involucrum und Involucellum sind die einzigen bei Conium, wo Haare vorkommen.

Die Blüte hat einen unterständigen Fruchtknoten (*fk* in Fig. 9 u. 10). Der Kelch ist in Gestalt eines rings um den oberen Teil des Fruchtknotens herumlaufenden gekerbten Ringwulstes entwickelt (*Se*, Fig. 9 u. 10). Dann folgt nach oben zu die fünfblätterige choripetale Korolle (*Pe* in Fig. 1 u. 9), dann das zweiteilige, flach kegelförmige Stylopodium, die Griffelbasis (*stp*, Fig. 1 u. 9) mit den beiden kurzen, gespreizten Griffeln (*Grf*, Fig. 9 u. 10).

Die Korolle ist bei den Randblüten der Döldchen schwach zygomorph ausgebildet, indem die dem Rande zugekehrten Petalen etwas gröfser sind, als die übrigen (Fig. 1), die mittleren Blüten sind genau aktinomorph. Alle Petalen sind mit ihrem Spitzenlappen eingekrümmt. Ihr Gewebe ist sehr zart. Die Epidermis der Oberseite zeigt die bei Blumenblättern häufige kegelförmige Vorstülpung der Epidermiszellen (Fig. 2, 3 u. *t*, Fig. 4). Die Kuticularfalten laufen an den Kegeln in die Höhe (Fig. 4). Die unteren Partien der Epidermis an der Blattbasis zeigen die kegelförmige Ausstülpung der Epidermiszellen nicht (Fig. 4). Nach oben hin werden sie gröfser und stehen dichter. Stomata sind selten. Die Epidermis der Unterseite (Fig. 5) besitzt die kegelförmigen Vorstülpungen nicht. Die Zellen zeigen wellige Verbiegung der Seitenwände und zarte Kuticularfalten. Stomata sind häufig (Fig. 5). Das Mesophyll der Korolle ist ein zartes, reichdurchlüftetes Parenchym. Die weifse Farbe des Blattes wird von den vielen luftführenden Intercellularen bedingt. Durchzogen wird jedes Korollenblatt von einem Hauptnerven, der im breiteren Teile des Blattes einige Gabelungen zeigt (Fig. 1).

Besonders reich ist das Gewebe der Korolle in Alkohol aufbewahrten Materiales an jenen oben beschriebenen Kristallen; aber auch Coniin scheint in ihm — namentlich in den Epidermispapillen — enthalten zu sein, denn Vanadinschwefelsäure giebt eine bläuliche Färbung und Jodjodkali eine rotbraune Fällung.

Die Stamina bieten anatomisch nichts besonderes dar. Die Pollenkörner sind gestreckt-stäbchenförmig, mit einer äquatorialen Einschnürung (Fig. 17a). Der Griffel endet in eine einfache Narbe, deren Epidermis kaum papillös vorgestülpt ist, doch sind die Zellen derselben in radialer Richtung palissadenförmig gestreckt.

Der Fruchtknoten ist eiförmig, von der Seite zusammengedrückt. Er wird von 2 Karpellen gebildet, die miteinander verwachsen sind. Er enthält 2 Fächer (Fig. 11). In jedem Fache befindet sich ein anatrop-epitropes, hängendes Ovulum (Fig. 9). Die 10 Rippen sind wellig gebogen (Fig. 10).

Die Fruchtknotenwand (*fkw*, Fig. 11) ist ein zartwandiges Parenchym (Fig. 12, 1—5), in dem sich die innerste Zellreihe, die innere Epidermis, bereits deutlich von dem übrigen Gewebe abhebt (Fig. 12, 5). In den Rippen liegen kleine Prokambiumbündel (*proc*, Fig. 12).

Das „Mesophyll“, denn von einem solchen darf man ja wohl bei einem „Fruchtblatte“ sprechen, besteht aus 5 bis 9 Zellreihen. Die innere Epidermis besteht aus im Querschnitte quadratischen gröfseren Zellen.

Das Ovulum besitzt nur ein dickes Integument (*ov*, Fig. 9), welches ca. 10 Zellreihen breit ist (Fig. 12, 6 u. 7). Ihm liegt innen ein meist nur aus einer Zellreihe bestehender Nucellarrest an (Fig. 12, 8). Dann folgt der Embryosack (*Ems*, (Fig. 9).

Der Bündelstamm, der vom Blütenstiel aus in die Basis der Frucht eintritt, entsendet von unten her in jede Costa einen Ast (*gfb*, Fig. 9). Diese 10 Costalbündel entsenden dann an der Spitze des Fruchtknotens 10 Zweige in die 5 Stamina und die 5 Korollenblätter, Endigungen in das Stylopodium und an der Kommissuralseite 2 Äste in die Funiculi der Ovula. Diese letzteren werden zur Raphe der Samen (*Ra*, Fig. 18).

Die Entwickelung des Fruchtknotens geht in der Weise vor sich, dafs die Schicht 1—5 (Fig. 12) zur Fruchtwand, die Schicht 6 zur Samenschale wird und die Schichten 7 und 8 vom heranwachsenden Embryosack vollständig oder fast vollständig resorbiert werden. Nur an der Kommissuralseite bleiben sie erhalten (Fig. 18, 7).

Die Frucht ist ein eiförmiges, von der Seite zusammengedrücktes Schizokarpium (Fig. 13, 14 u. 15), das in die Merikarpien ziemlich leicht zerfällt. Jedes Merikarpium zeigt 5 Costae, die anfangs wellig gekerbt, später ausgeschweift sind. Zwischen denselben liegen die breiten Valleculae, die, ein für Conium charakteristischer Befund, keine Vittae führen. An der Kommissuralseite ist die Fruchtwand eingestülpt. Dadurch erhält auch der Same eine Einstülpung, bezw. Längsfurche und sein Querschnitt erscheint daher rundlich-herzförmig (Fig. 15). Dies ist für die Gruppe der Campylospermae charakteristisch.

Das Karpophor (*cph* in Fig. 15 u. 16) differenziert sich aus dem Kommissuralgewebe. Es ist oben zweischenkelig und besteht vorwiegend aus Bastfasern. An der Kommissur lösen sich die Merikarpien und die Karpophorschenkel.

Die Fruchtwand ist von einer grofszelligen Epidermis bedeckt (*Ep*, Fig. 18). Die Zellen dieser Epidermis besitzen eine feinfaltige Kuticula (*cut*, Fig. 18), die als gestrichelte Zeichnung auf der Flächenansicht sichtbar ist (Fig. 19). Hier und da sieht man Spaltöffnungen (*st*, Fig. 19). Auch sind, allerdings wohl nur bei wenigen Früchten, einige Epidermiszellen in den Valleculis papillös vorgestülpt oder breite mehrzellige Höcker entwickelt (Fig. 18a u. 19, *t*). Bei anderen Früchten (Fig. 18) findet man nichts dergleichen. Unter der Epidermis folgt ein gestrecktes, in der unreifen Frucht Stärke und Chlorophyll führendes, später stärkefreies und durch Chlorophyllan im Inhalt gebräuntes Parenchym (*Par*, Fig. 18, 3), dessen Zellen bisweilen infolge des stark heranwachsenden Samens Obliteration zeigen. In den Costae liegen die Gefäfsbündel. Dieselben bestehen aus einem centralen Bastfaserstrange (*B*, Fig. 18), dem beiderseits, rechts und links, je ein schmaler Siebteilstrang (*sb*, Fig. 18) und zu innerst eine Gruppe Gefäfse (*gf*, Fig. 18) angelagert ist. Die Bastfasern sind die typischen (*B*, Fig. 17), die Gefäfse sind meist Spiralgefäfse. Sowohl in der Nähe dieser wie der Bastzellen finden sich kürzere oder längere Netzleistenzellen (*x*, Fig. 17). Vor jedem Bündel liegt (nach aufsen hin) ein kleiner schizogener Sekretgang (*scb*, Fig. 18).

Weiter nach innen liegen dann zwei sehr eigentümliche Zellschichten, deren Inhalt sich Reagentien gegenüber etwas verschieden verhält, die aber beide Alkaloide zu enthalten scheinen. Die äufsere der beiden Schichten (Fig. 18 u. 21, 4) besteht aus im Querschnitte stark tangential-gestreckten Zellen, die innere (Fig. 18 u. 21, 5) aus mehr quadratischen Zellen. Die trennende Wand beider Schichten ist sehr dick, die äufsere Wand der Schicht 4 sehr dünn. Im radialen Längsschnitte erscheinen die Zellen der äufseren quadratisch (Fig. 17, 4), die der inneren tafelförmig (Fig. 17, 5). Ihre Flächenansicht zeigt Fig. 20, 4 u. 5. Die Wände dieser Zellen, besonders die von Schicht 5, sind gebräunt, die Zellen beider Schichten mit einer zarten Suberinlamelle innen ausgekleidet (Fig. 21). Die innere Schicht (5) enthält eine aus Öltropfen und einer körnigen Masse gemischte Inhaltsmasse, die äufsere (4) körnigen Inhalt. Mit Osmiumsäure färbt sich der Inhalt der Schicht 5 sofort tief schwarz, lange bevor die Bräunung im Endosperm eintritt.

Untersucht man eine nicht ganz reife Frucht, zu der Zeit also, wo dieselbe am coniinreichsten ist, so bewirkt Vanadinschwefelsäure (Lösung von Ammoniumvanadinat in konzentrierter Schwefelsäure) in der Schicht 4 eine bläuliche Färbung, Jodjodkali eine rötlich-braune Fällung, Kaliumwismutjodid eine deutliche rötlich-braune Fällung, Pikrinsäure eine körnige Fällung, Osmiumsäure eine Bräunung. Diese Reaktionen treten aber auch mehr oder weniger in dem Parenchym der Fruchtwand und ganz besonders deutlich in der Epidermis ein, in der auch Kaliumquecksilberjodid und Phosphormolybdänsäure farblose Fällungen erzeugen.

In der Schicht 5, die gewöhnlich als Coniinschicht bezeichnet wird, erzeugt konzentrierte Schwefelsäure eine gelbe Farbe, Vanadinschwefelsäure eine starke, fast blutrote Färbung, Phosphormolybdänsäure eine orangefarbene, Jodjodkali eine starke braune Fällung, Kaliumquecksilberjodid eine starke farblose, Eisenchlorid eine körnige bräunliche, Kaliumbichromat eine gelbbraune, 4proz. Chromsäure eine körnige rotbraune, Kaliumwismutjodid eine sehr starke rötlich-braune, Jodsäure eine starke körnige, rotbraune Fällung. Osmiumsäure färbt sofort schwarz.

Behandelt man die Schnitte einige Stunden mit Alkohol, der mit Weinsäure angesäuert wurde, so treten in der Epidermis, dem Fruchtwandparenchym und der Schicht 4 mit Schwefelsäure, Vanadinschwefelsäure, Jodjodkali nur noch sehr geringe oder gar keine Färbungen oder Fällungen hervor, in den Zellen der Schicht 5 tritt mit konzentrierter Schwefelsäure eine gelbe, mit Vanadinschwefelsäure eine rote Farbe, mit Jodjodkali eine starke schwarzbraune, undeutlich körnige Fällung ein.

Aus diesen Reaktionen möchte ich den Schlufs ziehen, dafs das Coniin $C_8H_{17}N$ nicht auf die sogenannte Coniinschicht (Schicht 5) beschränkt ist, sondern auch in der übrigen Frucht-

wand, besonders in der Epidermis vorkommt, in der sogen. Coniinschicht allerdings bei weitem am reichlichsten sich findet, dort aber noch von anderen stark reduzierenden Körpern begleitet wird, die die Coniinreaktionen, besonders die sehr charakteristische mit Vanadinschwefelsäure beeinträchtigen und modifizieren. Ob diese Beeinträchtigung dem Methylconiin, Conhydrin und Conylen oder dem ölartigen Körper, der sich in der Coniinschicht findet, zuzuschreiben ist, bleibt zu untersuchen.

Bei Alkoholmaterial, ja schon bei getrockneten Früchten sieht man in der Epidermis der Frucht und auch in dem Fruchtschalenparenchym die oben erwähnten charakteristischen Kristalle.

Da die Zellschicht 5 der inneren Epidermis des Karpells entspricht (Fig. 12), so reicht die Fruchtschale bis zur Schicht 5 (Fig. 18). Darauf folgt die sehr schmale Samenschale. Meist besteht dieselbe nur noch aus der gebräunten Epidermis des Integumentes (6, Fig. 17 u. 21), welche bisweilen auch noch obliteriert ist (6, Fig. 18 oben) — der Rest des Integumentes ist resorbiert —, oder sie besteht aus der Epidermis des Integumentes und etwa 2 Schichten stark obliterierten Gewebes (*x*, Fig. 21). Nur an der Kommissuralseite, dort wo die Raphe (*Ra*, Fig. 18) verläuft, ist das Gewebe des Integumentes nicht resorbiert, wohl aber oft zerrissen (Fig. 18, 7) oder obliteriert.

Das Endosperm besteht aus starkwandigen polyedrischen Zellen, die aufser dem Zellkerne viel fettes Öl, an Plasma gebunden, und Aleuronkörner enthalten. Durch Zusatz von konzentrierter Schwefelsäure wird das ganze Endosperm schön kirschrot, was darauf deutet, dafs auch Zucker in den Zellen enthalten ist. Alkaloide fehlen.

Die Aleuronkörner (Fig. 22) sind meist 5—6 mik grofs, doch erreichen einige eine Gröfse von 7—10 mik (Solitäre), die kleinsten messen 1—2 mik im Durchmesser. Sie enthalten entweder 1 oder mehrere runde oder wulstig verbogene Globoide oder 1 oder mehrere Kristalldrusen oder Einzelkristalle (*x*, Fig. 22) von Kalkoxalat, die durch verdünntes Kali rasch korrodiert und gelöst werden (eine Eigentümlichkeit, die man bei Kalkoxalat öfter findet). Sehr selten sind Aleuronkörner, die ein (in Wasser lösliches) Kristalloid neben Oxalat führen.

Das Gewebe des Keimlings (*Em*, Fig. 14) gleicht dem des Anis und Fenchels in Bau und Inhalt (s. diese).

Der Fruchtstiel besitzt am oberen Ende oft zu kurzen Papillen ausgestülpte Epidermiszellen.

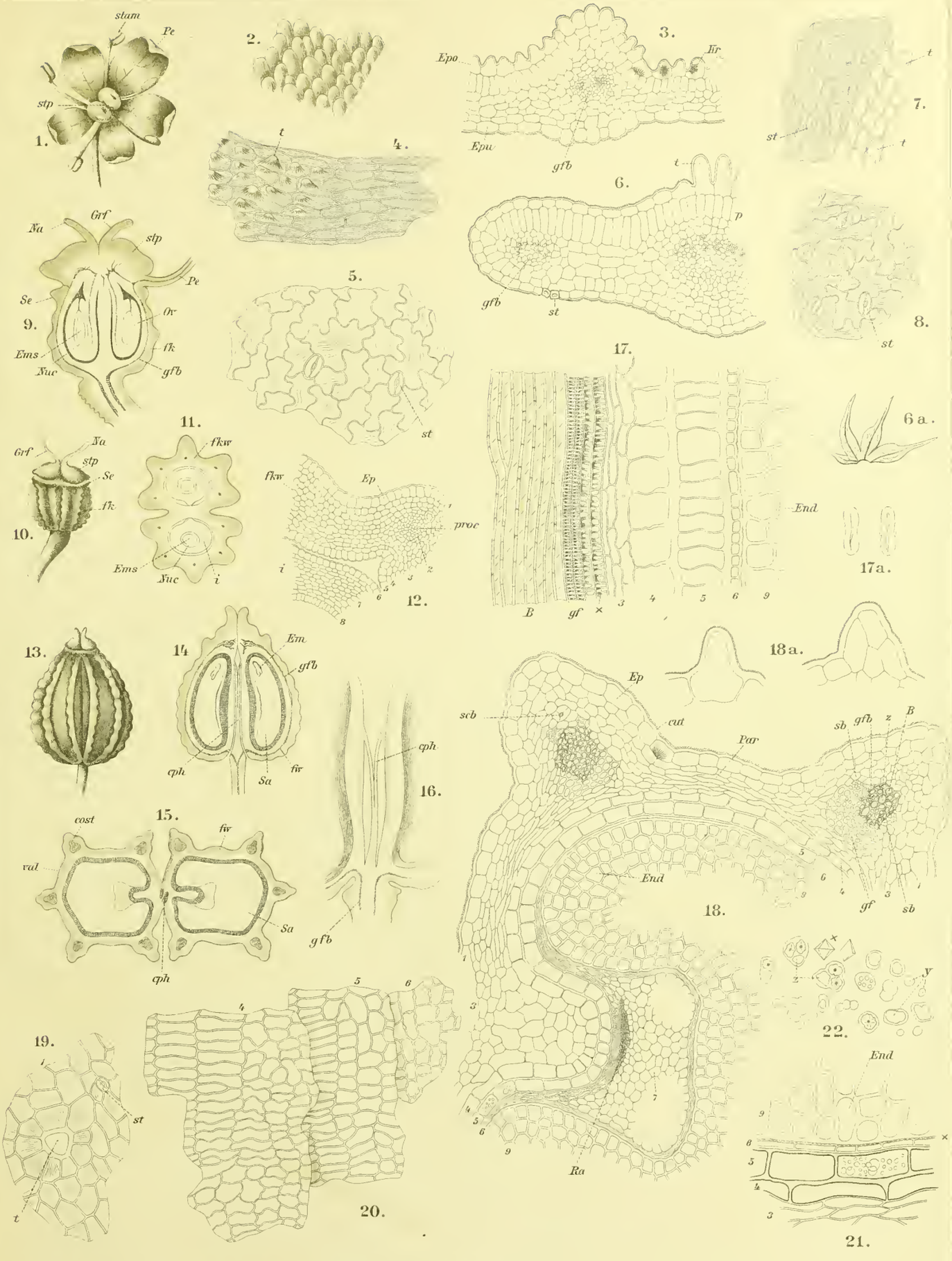
Taf. 37.

Erklärung der Abbildungen.

Conium maculatum L.

Fig. 1. Blüte.
„ 2. Papillen der Oberseite der Korollenblätter.
„ 3. Querschnitt durch ein Korollenblatt.
„ 4. Epidermis der Oberseite des Korollenblattes an der Basis, Flächenansicht.
„ 5. Epidermis der Unterseite des Korollenblattes.
„ 6. Querschnitt durch den oberen Teil eines Blättchens des Involucrums.
„ 6a. Involucellum, ausgebreitet.
„ 7. Epidermis der Oberseite desselben, Flächenansicht.
„ 8. Epidermis der Unterseite desselben.
„ 9. Längsschnitt durch einen Fruchtknoten.
„ 10. Fruchtknoten nach dem Abfallen der Korolle und der Stamina.
„ 11. Querschnitt durch den Fruchtknoten, Lupenbild.
„ 12. Querschnitt durch die Fruchtknotenwand und das Integument des Ovulums.
(Die Zahlen in Fig. 12 korrespondieren mit denen in Fig. 17 und 18 bis 21.)

Fig. 13. Reife Frucht.
„ 14. Längsschnitt durch die reife Frucht.
„ 15. Querschnitt durch dieselbe.
„ 16. Anheftung der Frucht an den Stiel. *eph* Karpophor.
„ 17. Radialer Längsschnitt durch eine Costa am Costalbündel bis zum Endosperm.
„ 17a. Pollenkörner.
„ 18. Querschnitt durch die Randpartie eines Merikarpes an der Kommissur und aufsen.
„ 18a. Papillen der Fruchtschalepidermis.
„ 19. Epidermis der Fruchtschale, Flächenansicht.
„ 20. Die beiden Schichten 4 und 5, sowie die Samenschale in Flächenansicht.
„ 21. Coniinschicht (5) und benachbartes Gewebe, Querschnitt.
„ 22. Aleuronkörner und isolierte Globoide (*y*) und Kristalle (×).


1.
stam
Pe
stp
2.
3.
Epo
Epu
Ntr
gfb
4.
t
5.
st
6.
t
p
gfb
st
6a.
7.
t
st
8.
st
9.
Grf
Na
stp
Pe
Se
Ov
fk
Ems
Nuc
gfb
10.
Grf
Na
stp
Se
fk
11.
fkw
Ems
Nuc
i
12.
fkw
Ep
proc
i
17.
End
B
gf
17a.
13.
14
Em
gfb
cph
Sa
fw
15.
cost
fw
val
Sa
cph
16.
cph
gfb
18a.
18.
Ep
scb
cut
Par
End
sb
gfb
z
B
gf
sb
19.
st
t
20.
22.
x
y
z
21.
End
Ra
x
Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Rhiz. imperatoriae.

Meisterwurz, Racine d'Imperatoire, Masterwort.

Gräbt man das unterirdische Achsensystem von Imperatoria Ostruthium L. in toto aus dem Boden, so lassen sich folgende Verhältnisse feststellen.

Im organischen Mittelpunkte des Ganzen liegt ein Centralwurzelstock (*I*, Fig. 1). Derselbe ist im oberen Teile knollig oder keulig verdickt, im unteren ausläuferartig verdünnt. Er bildet im oberen Teile einen „Speichersprofs" (*x*—*y*, Fig. 1), im unteren einen „Wandersprofs" (*y*—*z*, Fig. 1). Der untere Teil verdünnt sich allmählich stark und trägt aufser einer dickeren seitlich ansitzenden Wurzel, besonders an den Knoten der einige Centimeter langen Internodien zahlreiche feinere Wurzeln. Beim Trocknen schrumpft die Wandersprofsregion stark, so dafs alsdann deutliche breite Längsrunzeln an den Internodien sichtbar werden (*Ws*, Fig. 1). Die Knoten sind deutlich. Die Speichersprofsregion zeigt eine von den Ansatzstellen der abgestorbenen Laubblätter herrührende Zonung. Die Internodien sind kurz und gestaucht. Zahlreiche feinere Wurzeln sitzen an den Knoten, eine oder mehrere dickere an der Basis des Speichersprosses (*Wu*, Fig. 1 links). Die Spitze trägt eine ausgetriebene Blattknospe (*Kn*). In den Achseln der (nunmehr abgestorbenen) Laubblätter der Speichersprofsregion der Hauptachse sind aus den dort entwickelten Knospen Nebenwurzelstöcke entstanden (*II*, Fig. 1). Die in den Achseln der oberen Blätter gebildeten haben sich alsbald nach oben gewendet, ihre Spitze verdickt und aus der terminalen Knospe Blätter entwickelt (*II* oben links). Ihre Wandersprofsregion ist kurz geblieben. Die in den Achseln der unteren Blätter der Hauptachse gebildeten Nebenwurzelstöcke dagegen haben sehr lange ausläuferartige Wandersprosse entwickelt, die schmal sind und stark gestreckte Internodien besitzen (*v*—*w*, Fig. 1) und sich erst in ziemlich weiter Entfernung von der Hauptachse zum Speichersprofs verdicken (*Sps*, Fig. 1 rechts). An der Spitze trägt dieser sekundäre Speichersprofs ebenfalls eine ausgetriebene Blattknospe (*Kn*). Er verhält sich überhaupt ganz wie die Hauptachse (*I*), d. h. er besitzt gestauchte Internodien und entwickelt in den oberen Blattachseln Kurzsprosse nach Art von *II* links (auf der Figur hier nicht sichtbar), in den unteren Langsprosse mit gestreckter Wandersprofsregion (*III*, Fig. 1).

Alle Knospen kommen jedoch in diesem Stadium an dem Hauptsprosse (*I*) nicht zur Entwickelung. Wenigstens findet man stets noch eine oder die andere, die nicht ausgetrieben ist (*Kn*,). Nach einiger Zeit stirbt dann die Hauptachse (der Hauptwurzelstock) ab und die einzelnen Achsen zweiter Ordnung (Nebenwurzelstöcke) übernehmen alsdann die Rolle der Hauptachsen. Sie entwickeln sich ebenso weiter.

Die Droge besteht aus den Achsen höherer Ordnung, die für gewöhnlich an der Spitze eine nicht ausgetriebene Knospe tragen (*Kn*, Fig. 2a u. 10). Aber auch Hauptachsen findet man darunter mit daran ansitzenden Nebenachsen. Die Hauptachsen tragen alsdann gewöhnlich einen Blattschopf oder dessen Reste. Unter den Stücken der Droge walten solche vor, bei denen vornehmlich die Speichersprofsregion zu finden ist, doch findet man an einigen auch die Wandersprofsregion, die sich alsdann stets durch gestreckte Internodien auszeichnet (11—20, Fig. 2a), während an der Speichersprofsregion die Internodien gestaucht und daher sehr kurz sind (1—10 und 21—32, Fig. 2a). Auch kommt es vor, dafs an einem Sprosse Speicher- und Wandersprofsregionen miteinander abwechseln (Fig. 2a) oder sich der Übergang beider stark verwischt (Fig. 2b). Die Speichersprofsregion pflegt nur selten kurz-knollig zu sein, meist ist sie rhizomartig oder keulig verdickt, stets natürlich dicker als die Wandersprofsregion. Denn während letztere die einzelnen knospentragenden Sprosse möglichst weit voneinander fortschiebt, dient der Speichersprofs zur Deponierung grofser Mengen Reservematerials.

Die Länge der Internodien ist bei der Wandersprofsregion sehr leicht auch äufserlich schon festzustellen. Bei der Speichersprofsregion ist dies schwieriger, da die Internodien hier sehr kurz sind. Immer gelingt es auch hier leicht, wenn man einen medianen Längsschnitt herstellt. Bei diesem markieren sich die Knoten als helle, die Internodien als dunkle Querstreifen (Fig. 10).

Äufserlich erscheinen die Nodien als erhabene, quer verlaufende Leisten (Fig. 2b), die Internodien als dazwischen liegende Querfurchen. Auf der Oberfläche des Rhizoms sieht man oft zahlreiche rundliche oder kegelförmige Höcker aufsitzen (*y*, Fig. 2a). Es sind die Anlagen junger Nebenwurzelstöcke, die mit dem Gefäfsbündelsysteme des Hauptwurzelstockes in Verbindung stehen. Einige dieser Höcker sind auch bereits zu Nebenwurzelstöcken ausgewachsen (×, Fig. 2a u. 2b). Dieselben sitzen dem (relativen) Hauptwurzelstocke in der Weise an, dafs sich die Basis ihrer Wandersprofsregion als ein mehr oder weniger breiter Ringwulst rings um den Hauptwurzelstock legt (*z*, Fig. 2a u. 2b). Durchschneidet man an diesen Stellen das Rhizom quer (Fig. 9), so sieht man, dafs dieser Ringwulst gebildet wird, um dem Nebenwurzelstocke eine gröfsere Anzahl besonders von wasserleitenden Elementen zuzuführen, als dies sonst möglich wäre. Es treten nämlich im ganzen Verlaufe des Ringwulstes von den inneren Elementen des Holzkörpers der Rhizombündel Gefäfsstränge in den Ringwulst heraus. Von jedem Bündel meist

zwei. Dieselben vereinigen sich im Ringwulst zu einem breiten Strange, der aufsen auch Siebelemente führt und sich (*gfb*, Fig. 9) im Bogen gegen die Ansatzstelle des Nebenwurzelstockes (×, Fig. 9) wendet, diesen also mit einer der Zahl des Hauptwurzelstockes fast gleichen Anzahl von Bündeln versorgt. In dem in Fig. 9 dargestellten Falle liefern nur die der Ansatzstelle des Rhizoms gegenüber liegenden Bündel keine Elemente in den Ringwulst, alle anderen beteiligen sich an der Versorgung. Alle die Nebenwurzelstöcke, welche sich nicht dicht am Hauptwurzelstocke aufwärts wenden, also alle die, welche eine lange Wandersprofsregion bilden, gehen zunächst abwärts (×, Fig. 2a u. 2b und Fig. 1 rechts) und wenden sich erst in einiger Entfernung vom Hauptwurzelstock im Bogen aufwärts.

Abgesehen von den ganz dünnen Haarwurzeln, die als Wurzelgebilde leicht erkannt werden können, sind bei oberflächlicher Betrachtung die Wurzeln nicht leicht von jungen Ausläufern zu unterscheiden. Doch gelingt dies leicht, wenn man berücksichtigt, dafs die Wurzeln niemals einem Ringpolster aufsitzen oder die Anatomie heranzieht (s. unten).

Die Anatomie der Speichersprofsregion weicht etwas von der der Wandersprofsregion ab. Das Lupenbild des Querschnittes des Speichersprosses (Fig. 3) zeigt, dafs der Sprofs etwas plattgedrückt-elliptisch ist und ein Kranz von 30—50—70 Bündeln (*gfb*) ein grofses centrales Mark (*m*) umgiebt. Grofse Sekretbehälter (*scb*) liegen in der Rinde (*R*) und in der Peripherie des Markes. Siebteil (*sb*) und Gefäfsteil (*gth*) sind etwa gleich grofs.

Bedeckt ist das Rhizom von einem mehrreihigen, aus der Epidermis hervorgehenden Kork (*k*, Fig. 4), dem aufsen bisweilen noch Epidermisfetzen aufsitzen. Dann folgt ein quergestrecktes Kollenchym und die von stärkereichen Parenchymzellen gebildete primäre Rinde, die sehr leicht in tangentialer Richtung reifst, da sich die Zellreihen in dieser Richtung voneinander lösen. In derselben liegen sehr grofse Sekretbehälter (*scb*, Fig. 4), um welche herum das Parenchym sich in konzentrischen Lagen orientiert. Sie sind im Querschnitt entweder rund oder schwach tangential oder radial gestreckt (*scb*, Fig. 3) und liegen in einfacher oder doppelter Reihe der inneren Grenze der primären Rinde genähert. Sie sind so enorm grofs, dafs man sie schon mit blofsem Auge deutlich als Lücken wahrnimmt. Sie messen im Querschnitt 130—550 mik oder mehr (meist 300—400 mik) und sind so lang als wie ein Internodium, in der Speichersprofsregion, wo die Internodien gestaucht sind, also relativ kurz, oval (Fig. 5). Sie sind mit einem zarten Sczernierungsepithel ausgekleidet (*scc*) und führen reichlich ätherisches Öl, bezw. Harz.

Ihre Entwicklung ist folgende. Die durch Auseinanderweichen an ihrer mittleren Berührungsfläche den Kanal bildenden sezernirenden Zellen besitzen einen hellen Inhalt, keine Stärke, aber viel Plasma. Schon in den allerersten Stadien ihrer Entstehung enthalten die Kanäle Sekret (Öl), löst man dasselbe mit Alkohol heraus, so bleibt eine in Wasser quellende Schleimmasse zurück. Im folgenden Stadium (Fig. 12) sieht man bei der gleichen Behandlung, dafs der der Membran der Sezernierungszellen dicht aufliegende Schleimbeleg in der Mitte weniger dicht ist. Bei dem nun folgenden Stadium der Entwicklung (Fig. 13) zeigt sich nach Herauslösen des Öls in der Mitte des Kanals eine hautartige Falte, welche nach Kontraktion des Schleimbeleges mittelst Alkohol ein kleines Lumen erkennen läfst, welches vorher Öl enthielt. Bei fortschreitender Entwicklung teilen sich nun die (ursprünglich) 4 Epithelzellen durch Radialwände und so entsteht ein Beleg von im Querschnitt 8 oder mehr sezernierenden Zellen. Die letzteren sind zartwandig, plasmaerfüllt und etwas gegen den nun stark erweiterten Kanal vorgewölbt. Die ihnen aufgelagerte Schleimmasse hat mit dem Wachstum des Kanals nicht Schritt gehalten (Fig. 14), denn wenn man das Öl durch Alkohol entfernt und Wasser zufliefsen läfst, erfüllt selbst die gequollene Schleimmasse nur selten (Fig. 15) den ganzen Kanal, meist liegt ein ungleich breiter Beleg den Epithelzellen innen auf (Fig. 14). Derselbe ist gegen das Ganginnere von einer zarten Haut, der „inneren Haut", begrenzt und zeigt faden-, stäbchen- oder körnchenartige Einlagerungen. Er quillt in Wasser stark, stärker noch in Kali, Jod färbt ihn gelb, ebenso Chlorzinkjod, Millons Reagens färbt nicht. In Schultzescher Flüssigkeit löst er sich bis auf die Stäbchen und die innere Haut. In diesem Schleimbeleg der sezernierenden Zellen, den wir als die gegen den Kanal gerichtete Schicht der Epithelzellmembran aufzufassen haben, entsteht aus den vom Sezernierungsepithel gelieferten resinogenen Substanzen das Sekret, es bildet die „resinogene Schicht". Von ihm aus wird das Sekret in den Kanal sezerniert, den es schliefslich mehr oder weniger erfüllt.

Den gleichen Bau wie die Sekretbehälter der Rinde besitzen auch die markständigen (*scb*, Fig. 3 u. 4 unten).

Am Rande der primären Rinde, gegen die sekundäre hin liegen sowohl die meist obliterierten primären Siebbündel, das Rindenprotophloëm (Angew. Anatomie, S. 396), sowie vereinzelte Kollenchymstreifen (*col*, Fig. 4 oben).

Die Gefäfsbündel sind kollateral, d. h. der Siebteil liegt aufsen, der Gefäfsteil innen. Die Bündel selbst nehmen nur einen kleinen Teil des Querschnittes ein. Die Zone der Holzbündel pflegt bei einer Dicke des Rhizoms von 10 mm nur 0,3 mm breit oder wenig breiter zu sein. Übrigens wechselt die Breite sehr, da zwischen den primären, sekundären u. s. w. Bündeln im interfascicularen Kambium fortdauernd neue Bündel angelegt werden. Trotzdem schliefst sich doch der Bündelkreis, wie es scheint, niemals vollständig zu einem Cylinder, denn selbst in dem Centralwurzelstocke, wo die grofsen Bündel schon relativ eng aneinander schliefsen, sind sie doch noch stets durch breite Markstrahlen voneinander getrennt. Jedem Holzbündel entspricht ein Siebstrang. Da erstere nicht zu einem kontinuirlichen Cylinder zusammenschliessen, sondern isoliert bleiben, so bleiben es auch die Siebstränge: die keilförmigen Holzbündel werden durch Markstrahlen, die breiten Siebstränge durch Rindenstrahlen, den Fortsetzungen der ersteren und hier von gleichem Baue wie diese, voneinander getrennt. Die Strahlenzellen sind radial-gestreckt und parenchymatisch. Mark- und Rindenstrahlen sind etwa 10 Zellen breit und so hoch als ein Internodium.

Das Siebteil besteht aus — oftmals abwechselnden — Streifen von Phloemparenchym (*php*, Fig. 4) und Siebbündeln (*sb*). Die Siebstreifen sind nur im innern, in dem an das Kambium angrenzenden Teile nicht obliteriert (Fig. 7, *s*), schon wenig weiter nach aufsen sind sie zu den bekannten Keratenchymbändern zusammengefallen (*sb*, Fig. 4 oben und Fig. 7, *obl*). Am Kambium sind Siebröhren und Kambiform deutlich (Fig. 7). Aufser den genannten Elementen findet man im Siebteil, besonders im äufseren Teile desselben, noch Kollenchymbänder (*col*, Fig. 4) und da und dort kleine, 50—80 mik weite schizogene Sekretbehälter, deren Durchmesser sehr viel geringer ist als der der Sekretbehälter der Rinde und des Markes und die auch die Bündel über die Knoten hin begleiten, also länger als ein Internodium sind, während die Bündel des Markes und der primären Rinde nur ein Internodium lang, also nur in der Wandersprofsregion stark gestreckt, in der Speichersprofsregion dagegen oft sehr kurz sind. Die dem Siebteil eingelagerten Sekretbehälter sind übrigens dort durchaus nicht regelmäfsig anzutreffen. Sie fehlen bisweilen ganz (Fig. 4, rechts und Fig. 578 der Angewandten Anatomie) oder sind in gröfserer als der Einzahl vorhanden. Letzteres besonders beim Hauptwurzelstock.

Das Kollenchym (Fig. 4 u. 5, *col* und Fig. 6) ist sehr eigentümlich gebaut und mit sehr unregelmäfsigen Verdickungen versehen, übrigens kurzzellig (Fig. 5).

Stärke ist reichlich nicht nur in der primären Rinde und den breiten Rindenstrahlen (*rst*, Fig. 4), sondern auch im Phloemparenchym enthalten. Siebbündel und Kollenchym sind der Regel nach stärkefrei.

Ein relativ breites Reihenkambium (Fig. 4 u. 7, *c*) trennt den Siebteil vom Holzteil. Das Kambium der einzelnen Bündel setzt sich über den Rinden-Markstrahl hinweg als Markstrahlkambium fort (×, Fig. 4).

Der Gefäfsteil der sekundären Bündel besteht aus verschieden grofsen kurzgliederigen Gefäfsen, die bald einzeln, bald zu mehreren vereinigt, in das Holzparenchym (*hp*) eingebettet sind (Fig. 4, *gf*). Ihre Wand ist bald spiralig, bald leistenartig verdickt (Fig. 7). Nur von den zu innerst gelegenen Gefäfsgruppen werden Zweige hinaus in die Rinde, in die Wurzeln und in die Nebenwurzelstöcke entsendet (*z*, Fig. 4 und Fig. 9).

Eingebettet in den Gefäfsteil findet man mehr oder weniger grofse Libriformgruppen (*lf*, Fig. 4), deren Elemente, mehr oder weniger gestreckt, bald typische Spaltentüpfel, bald ovale Tüpfel zeigen (*lf*, Fig. 7). Auch die Spaltentüpfel stehen meist horizontal, nicht linksschief. Zu innerst liegen, die Markkrone oder Markscheide bildend, die primären Gefäfsteile, das Protohadrom (*pgth*, Fig. 4), oft umgeben von einem Bogen eigentümlich knotig verdickter Zellen (*y*, Fig. 4 u. 7). In den Internodien laufen Gefäfs- und Siebstränge nebst ihren Begleitern vertikal gerade abwärts. In den Knoten anastomosieren die Systeme. Dort treten auch die Blattspuren und die Wurzelbündel in den Bündelkreis ein.

Der Markkörper besteht aus dünnwandigem Parenchym (*m*), dessen Zellen in der Peripherie des Markes ziemlich dicht aneinander schliefsen, gegen die Mitte hin lockerer liegen und relativ grofse Intercellularen zwischen sich lassen. In der Peripherie des Markes liegen oft 2—3 Reihen grofser Sekretgänge (*scb*, Fig. 3 u. 4), im Innern bisweilen sehr kleine verzweigte Gänge, die gegen die Bündel hin oftmals nach aufsen umbiegen und wohl auch (besonders in den Knoten) anastomosieren. Überhaupt scheint das System der Markgänge unter sich und der Rindengänge unter sich in offener Kommunikation zu stehen. Wenigstens sieht man oft die grofsen Rindengänge im Knoten in einen feinen Kanal auslaufen, der mit den feinen Gängen der sekundären Rinde, die dort in die Nebenwurzelstöcke austreten, in Verbindung steht, und auch die Markgänge laufen oft in einen solchen feinen Kanal aus, wodurch wenigstens einige derselben über den Knoten hin untereinander in Verbindung treten.

Das Mark der Internodien schwindet leicht, doch niemals so, dafs eine centrale Höhle entstünde, sondern in der Weise, dafs dünne lamellöse Querdiaphragmen stehen bleiben. Dadurch erscheint der centrale Teil des Rhizoms im Längsschnitte gekammert. Nicht selten tritt auch in den Markstrahlen vom Marke her Zerreifsung der Gewebe ein. In diesem Falle bleiben die keilförmigen Gefäfsbündel durch lange Radialstreifen parenchymatischer Gewebe mit dem centralen Markstreifen verbunden.

Die Stärke, welche Mark, Mark- und Rinden-Strahlen und primäre Rinde dicht erfüllt — die Einsammlung erfolgt im Frühjahr oder Herbst —, ist kleinkörnig (Fig. 8) und besteht aus rundlichen oder ovalen Körnchen von 4—12, meist 7—8 mik Durchmesser.

Legt man Rhizomstücke der Droge erst in Wasser, dann in Alkohol, so findet man nach einiger Zeit im ganzen Gewebe Sphärokristalle oder dendritisch verzweigte Gebilde und in den Ölgängen lange Nadeln.

Die Wandersprofsregion gleicht im allgemeinen der Speichersprofsregion, nur ist sie im Querschnitte fast genau rund, enthält aber auch, wie jene, reichlich Stärke im gesamten Parenchym. Die Sekretbehälter pflegen von geringerem Durchmesser, immerhin noch mit blofsem Auge gut sichtbar zu sein. Das mechanische Gewebe des Holzkörpers, das Libriform, liegt den Gefäfsteilen innen an und bildet oft einen breiten, mehr oder weniger kontinuierlich rund umlaufenden Streifen (*lf*, Fig. 11).

Von Wurzeln pflegen bei der Droge nur die dickeren erhalten zu sein, die feineren sind meist abgerissen. Sie sitzen dem Rhizome seitlich horizontal an und sind auf den ersten Blick nicht von den Wandersprofsregionen der Nebenwurzelstöcke zu unterscheiden, doch sitzen sie niemals Ringwulsten auf und sind auch anatomisch leicht von den Nebenwurzelstöcken zu unterscheiden, denn sie besitzen einen centralen, strahligen Holzkörper mit breiten Markstrahlen und führen in der Mitte bisweilen ein oder mehrere Libriformbündel. In der Rinde liegen schizogene Sekretbehälter.

Tafel 38.

Erklärung der Abbildungen.

Imperatoria Ostruthium L.

Fig. 1. Hauptwurzelstock (*I*) mit Nebenwurzelstöcken (*II*) und deren Ausläufern (*III*). Aus dem botanischen Garten im Sommer ausgegraben. *Kn* Ausgetriebene Knospe. *Ws* Wandersprofsregion. *Sps* Speichersprofsregion.

„ 2a. Aus der Droge ausgelesen. 12—20 Wandersprofsregion. 21 bis 32 Speichersprofsregion. *z* Ringwulstpolster der Nebenwurzelstöcke (×).

„ 2b. Aus der Droge ausgelesen. Speichersprofsregion, Bezeichnungen wie in Fig. 2a.

„ 3. Lupenbild des Querschnittes durch die Speichersprofsregion.

„ 4. Querschnitt durch die Randpartie der Speichorsprofsregion.

Fig. 5. Längsschnitt durch die primäre Rinde derselben.

„ 6. Kollenchym der Rinde.

„ 7. Radialer Längsschnitt durch die beiderseits vom Kambium liegenden Rhizompartien, links Siebteil, rechts Gefäfsteil.

„ 8. Stärke.

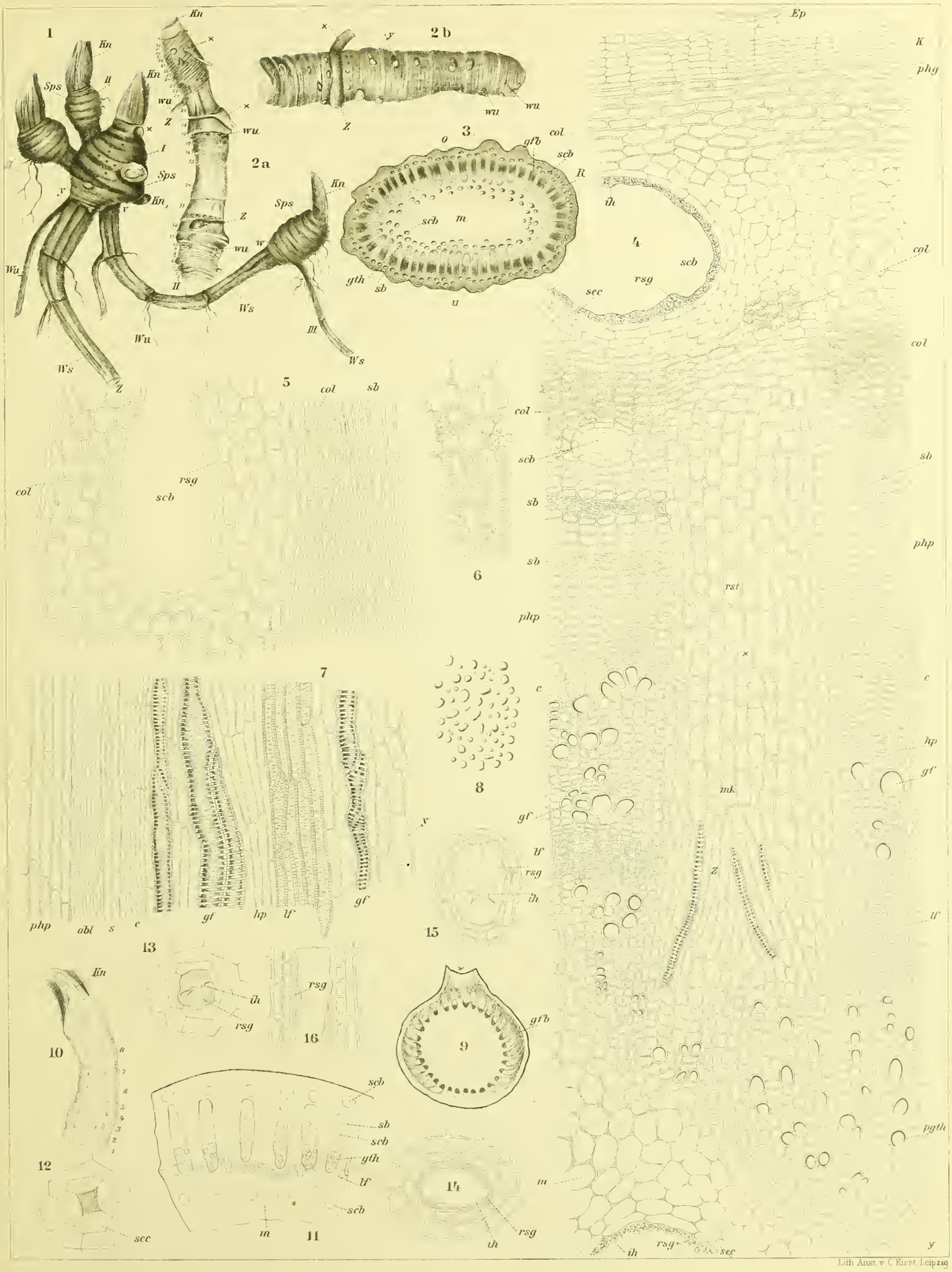
„ 9. Querschnitt durch das Rhizom an der Stelle eines Ringwulstpolsters.

„ 10. Längsschnitt durch eine Spitzenknospe. Lupenbild.

„ 11. Partie der Randschicht einer Wandersprofsregion. Lupenbild.

„ 12—15. Entwickelungsgeschichte eines Sekretganges.

„ 16. Längsschnitt eines solchen.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Herba hyoscyami.

Bilsenkraut, Feuilles de Jusquiame, Hyoscyamus leaves.

Hyoscyamus niger L. ist entweder ein- oder zweijährig. Im letzteren Falle entsteht im ersten Jahre eine grofse basale Blattrosette und im zweiten der beblätterte und blütentragende Sprofs, im ersteren entsteht dieser schon im ersten Jahre. Der hohle, drüsig-zottige Stengel ist entweder unverzweigt oder bildet eine dreiteilige Gabel oder verzweigt sich aus den Achseln der unteren, spiralig gestellten Blätter reichlicher. Die Basalblätter des ersten Jahres sind sehr lang (bis 20 cm) und grob gezähnt. Sie werden nicht gesammelt. Die Blätter des blütentragenden Sprosses sind erheblich kleiner und sitzend. Sie umfassen den Stengel mit zwei ein Stück weit herablaufenden Lappen, sind im Umriss länglich-eiförmig, zugespitzt, buchtig gezähnt, mit 2—4 grossen, dreieckigen Zähnen auf jeder Seite, in deren Mitte ein kräftiger Sekundärnerv zur Zahnspitze hin läuft (Fig. 1). Auch diese Blätter sind behaart. Die Inflorescenz ist cymös, und zwar ein Wickel, und nicht, wie man auf den ersten Blick glauben sollte, eine dorsiventrale einseitswendige Traube. Die scheinbar die Blüten seitlich tragende Hauptachse besteht also nur aus den einzelnen Abschnitten sehr verschiedener Ordnung (Fig. 1a). Der Sprofs läuft in eine Blüte aus (*I*). In der Achsel des unmittelbar unter derselben liegenden Blattes entsteht ein ebenfalls in eine Blüte auslaufender Seitensprofs (*II*), der die scheinbare Hauptachse fortsetzt und bei dem sich das gleiche Spiel wie bei *I* wiederholt und so fort. Dass wir es nicht mit einer einseitswendigen Traube zu thun haben, deren Blüten in den Achseln der Blätter sitzen müssten, geht schon daraus hervor, dass die Blüten in der That gar nicht in der Blattachsel stehen, sondern etwas seitlich gerückt sind, und dass die Fortsetzung der scheinbaren Hauptachse in der Achsel des Blattes sitzt. Die Blüten des Wickels liegen bei Hyoscyamus nicht in einer Ebene, sondern die aufeinander folgenden divergieren um 90°, doch so, dass die eine Seite des scheinbaren Hauptsprosses blütenfrei bleibt. Die Spitze der Inflorescenz erscheint spiralig eingerollt.

Die Blüten besitzen einen gamosepalen, krug-becherförmigen Kelch, der bis 1,5 cm lang ist und in fünf dreieckige Zähne ausläuft. Er vergröfsert sich nach der Befruchtung der Blüte erheblich, oft auf das Doppelte. Er ist besonders im unteren Teile drüsig-zottig. Die Korolle ist fünfzipfelig, zwischen den zwei vorderen Zipfeln ist der Einschnitt tiefer als zwischen den anderen. Die Farbe der Zipfel ist stumpf-gelb, Schlund und Aderung sind meist purpurviolett. Die fünf Stamina, drei längere und zwei kürzere, sind am Grunde etwas behaart und im Grunde der Korollenröhre angeheftet. Der Fruchtknoten ist 3 mm lang, kegelförmig, kahl oder doch nur an der Spitze behaart. In der Mitte bemerkt man eine helle, ringsum laufende Furche. Es ist dies die Stelle, wo sich später der Deckel ablöst. Die zahlreichen anatropen Ovula (Fig. 10) sitzen dicken, halbcylindrischen Placenten an (Fig. 8 und 9). Der Griffel ist fadenförmig, die Narbe kopfig. Die Frucht ist eine Kapsel, bis 1,5 cm lang, eiförmig (Fig. 8) von den Seiten zusammengedrückt (Fig. 9). Sie wird von dem basalen bauchigen Teile des Kelches dicht umschlossen. Der Ansatzstelle der Scheidewand entspricht aufsen eine Furche, den Samen buckelige Höcker. Der knorpelige, zweifächerige Deckel (*De*, Fig. 8), mit dem die Kapsel aufspringt, ist oben von dem Griffelrest bespitzt. Die Placenta trocknet bei der Reife zu einem schwammigen Gebilde zusammen. Die Samen sind bis 1,5 mm lang, nierenförmig, bräunlich-grau, auf der Oberfläche netzig grubig (Fig. 13).

Die Inflorescenzachse ist rund. Der Gefäfsbündelring schliefst sich bald zu einem soliden Cylinder, bei einem 5 mm dicken Internodium bildet der Holzring bereits einen festen, an Libriform reichen, ringsum laufenden Cylinder, der sowohl an der äufseren wie an der inneren Seite gegen das Mark hin Siebteilgruppen besitzt; die bikollateralen Bündel sind ja bei den Solanaceen etwas sehr Häufiges. In der äufseren Partie der Rinde läuft ein Kollenchymring ringsum. Die Epidermis, trägt zahlreiche lange Haare, von denen einige in eine kegelförmige Spitze auslaufen, andere ein mehrzelliges Köpfchen tragen (ähnlich wie Fig. 5, *x*), welches reichlich ein schmieriges Sekret secerniert (vergl. auch Fig. 294 und 295 der Anatomie). Dies Sekret bedingt die klebrige Beschaffenheit der Internodien.

Die Blätter sind einfach gebaut und welken aufserordentlich leicht, da sie sehr reich durchlüftet und mit zahlreichen Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten versehen sind. Die Nervatur der Zähne ist charakteristisch (Fig. 1). Der starke Mittelnerv (*Ne*, Fig. 1) läuft gegen die Zahnspitze

hin in mehrere geteilte Gabeläste aus, die blind endigen. Von den Randnerven gehen ebenfalls häufig Äste aus, die gegen den Rand hin blind endigen.

Der Mittelnerv springt sowohl nach oben wie nach unten weit hervor (Fig. 6) und zeigt keine subepidermalen Kollenchymbelege, sondern reich durchlüftetes Parenchym. Das Nervenbündel ist nur undeutlich strahlig gebaut und deutlich bikollateral, d. h. es liegen sowohl auf der Oberseite wie auf der Unterseite Siebgruppen (*sb*, Fig. 6), die an der Oberseite von Bastzellen (*B*) begleitet werden.

Die Blattlamina ist dünn, ihr Bau bifacial. Die Epidermis ist auf der Oberseite und Unterseite des Blattes gleich gebaut. Die Epidermiszellen besitzen, von der Fläche gesehen, wellige Kontur (Fig. 2). Im Querschnitt sind sie stark tangential gestreckt (Fig. 6). Über den Nerven sind die Epidermiszellen nicht wellig verbogen, sondern in der Organsachse gestreckt und oft prosenchymatisch zugespitzt (Fig. 4). Häufig sind die Epidermiszellen beider Blattseiten zu Haaren ausgestülpt (vergl. auch Fig. 275 der Angew. Anatomie), und zwar ist es meist nur ihr mittlerer Teil, der sich trichomatisch vorwölbt und zum Haar wird (Fig. 6, *t*). Daher sitzen, wenn man die Epidermis von der Fläche betrachtet, die Haare der Mitte der Epidermiszellen auf (Fig. 2, *t*). Die Haare sind stets mehrzellig und besitzen zwei typisch verschiedene Formen. Entweder endigen sie in eine kegelförmige Spitze oder in ein mehrzelliges Köpfchen (Fig. 2, 4, 5). Die Zellen dieses Köpfchens bilden die resinogenen Substanzen (sie erscheinen bei der Droge oft braun). Das Sekret, welches die Blätter klebrig macht, entsteht auch hier unter der Kuticula, die blasig abgehoben wird (Fig. 5). Die oberen Zellen des Köpfchens lösen sich bisweilen voneinander (Fig. 5, *y*), besonders der Blattrand enthält viele solcher secernierender Trichome.

Die einfachen Haare sind ziemlich lang und breit, differieren jedoch in der Gröfse sehr. An der Basis messen sie 25—40 mik (oft 28), ihre Länge schwankt zwischen 90 und 350 mik, doch finden sich auch noch längere und kleine, kürzere. Ihre Wandung ist glatt. Die Zahl der das Haar bildenden Zellen variiert. Die längsten Haare, wie solche besonders an den Blattrippen und dem Kelch gefunden wurden, bestehen aus zehn Zellen, die meisten sind jedoch 2—4 zellig.

Spaltöffnungen mit 3—4 Nebenzellen finden sich sowohl auf der Oberseite wie auf der Unterseite in grofser Zahl vor, Zählungen zeigen oben und unten etwa gleichviel. Ihr längster Durchmesser beträgt 37—41, ihr kürzester 26 bis 30 mik. An einem oder beiden Enden zeigen sie oft kleine Zapfen (Fig. 3 bei *x*). Sie sind meist etwas über die Epidermis emporgehoben (Fig 6, *st*), was ein weiterer Grund des leichten Welkens der Blätter ist.

Die Blattoberseite enthält eine Reihe langer Palissadenzellen, die bis zur Blattmitte reichen und nicht nur zur Bildung von Atemhöhlen (*a*, Fig. 6) auseinander weichen, sondern auch sonst Längsspalten zwischen sich lassen. Die darunter liegenden „Sammel- oder Trichterzellen“ (*tz*, Fig. 6) tragen meist 1—3 Palissaden.

Sie sind rundlich und enthalten je einen Kalkoxalatkristall (Säulen, Würfel, Oktaeder, Prismen) oder einen Zwillingskristall oder eine weniggliederige Druse. Die meisten Kristalle sind Säulen oder Zwillinge (Fig. 7). Fast nur in diesen, die Assimilationsprodukte zunächst aufnehmenden Sammelzellen finden sich die Oxalatkristalle (vergl. auch Fig. 275 der Angew. Anatomie), was auf die Bildung dieses Abfallproduktes einiges Licht wirft.

An dieser Stelle sei erwähnt, dafs die Kristallbildungen ein gutes Unterscheidungsmittel der vier wichtigsten narkotischen Kräuter bilden: bei Fol. hyoscyami: Säulen und Zwillinge, bei Fol. stramonii: Drusen, bei Fol. belladonnae: Kristallsand, bei Fol. digitalis: keinerlei Kristallbildungen.

Die Blattunterseite enthält ein sehr reich durchlüftetes Merenchym, dessen Zellen oft fast palissadenartig gestreckt sind und meist mit fufsförmigen Enden sich an die Epidermis ansetzen. Ihre Länge erreicht jedoch nicht die der Palissaden. Chlorophyllkörner finden sich namentlich reichlich in den Palissaden.

Die Blüten fehlen dem Herb. hyoscyami; dagegen findet man öfter Früchte darin.

Sem. hyoscyami.

Die Frucht ist aufsen dicht umschlossen von dem nach dem Abblühen weiter wachsenden Kelche, der mit seinem unteren bauchigen Teile die Fruchtkapsel eng umschliefst (nicht damit verwachsend), oberhalb des Fruchtdeckels aber in fünf derbe Zipfel ausläuft (*Se*, Fig. 8), die in eine harte, fast nur aus Bastzellen bestehende Spitze endigen. Auch sonst ist der Kelch reich an mechanischen Elementen, besonders in den sehr harten Zipfeln werden alle Gefäfsbündel von mächtigen Bastzellgruppen begleitet — das Bastbündel des Mittelnerven läuft in die Spitze aus —, aber auch in dem bauchigen Teile besitzen die Bündel starke Belege. Daselbst besteht das Mesophyll an der mit langen Haaren besetzten Aufsenseite aus einem reich durchlüfteten, stärkeführenden Sternparenchym, dann folgt die Gefäfsbündelzone, deren Bündel aufsen breite Bastzellpanzer besitzen, und auf der Unterseite liegt unter der Epidermis ein aufserordentlich reich durchlüftetes Gewebe, dessen grofse Intercelluraren von einreihigen Zellzügen begrenzt werden.

Das ebenfalls reich durchlüftete Gewebe der dünnen Fruchtschale besteht aus wenigen Reihen dünnwandiger, stärkereicher Parenchymzellen. Da durch den umhüllenden Kelch die Kosten der mechanischen Versteifung getragen

werden, fehlen den zarten Fruchtschalbündeln mechanische Elemente ganz. Die Stelle, wo sich der Deckel später ablöst, ist schon bei der ganz jungen Frucht angedeutet. An der Stelle ist das Gewebe gebräunt.

Die Ovula sind anatrop. Sie sitzen in grofser Zahl an den scheidewandständigen Placenten (Fig. 8 und 9), von deren reichverzweigtem Bündelsystem je ein Strang in je ein Ovulum eintritt (Fig. 10). Das Integument (*i*, Fig. 10 und 11) ist schon im Ovulum ziemlich dick und dicht erfüllt mit transitorischer Stärke (Fig. 11). Seine Epidermis (Fig. 11, 1) hebt sich kräftig ab und bräunt sich frühzeitig. Nach der Befruchtung wächst das Integument noch weiter heran und auch die Stärkekörner wachsen noch weiter. Bald tritt jedoch eine noch stärkere Differenzierung der Epidermis ein. Unter Resorption der in den Epidermiszellen vorhandenen Stärke verdicken sich die Zellen zunächst auf der Innenseite, dann an den Seiten (Fig. 12, 1). Schon zu dieser Zeit beginnt die Entleerung des zwischen den beiden Epidermen im Integument liegenden Gewebes, das als „Nährschicht" fungiert und demgemäfs mit fortschreitender Entleerung obliteriert. Die Obliteration beginnt am inneren Rande und schreitet nach aufsen fort. Im reifen Samen ist das gesamte Gewebe des Integumentes bis auf die Epidermis (Fig. 16, 1) zu einer braunen, fast strukturlosen Zone obliteriert, ja zum Teil sogar resorbiert (Fig. 16, 2 u. 3). Die Epidermiszellen der Samenschale haben nunmehr eine sehr eigentümliche Gestalt angenommen. Sie sind innen und an den Seiten stark verdickt (Fig. 16, 1). Die Wandung zeigt deutliche Schichtung. An der Aufsenseite läuft eine helle Membranschicht, die oft in das Lumen der Zellen eingestülpt ist (*x*, Fig. 16), ja bisweilen der Innenwand direkt aufliegt. Diese Einstülpung bedingt das netzig-grubige Aussehen der Aufsenseite der Samen (Fig. 13). Die eben erwähnte helle Aufsenschicht (*y*, Fig. 16) besteht aus Cellulose. Sie ist aufsen von einer sehr zarten Kuticula bedeckt, die beim Behandeln mit Jod-Schwefelsäure sich in zahlreiche, feine Tröpfchen auflöst. Auch das Innere der Celluloseschicht, sowie — anschliefsend — die ganze Innenwand der Epidermiszellen ist ausgekleidet mit einer sehr zarten, sich als dunkle Linie scharf abhebenden Haut, die jedoch gegen Schwefelsäure nicht resistent ist. Die dicke, geschichtete Innen- und Seitenwand ist nicht verholzt und bläut sich auch nur schwach mit Jod-Schwefelsäure. Im Inhalt führen die Epidermiszellen zu der Zeit, wo die Verdickung der Wand noch nicht vollendet ist, wie das übrige Integument, Stärke (Fig. 12), späterhin findet man im Inhalte, besonders an den oberen, unverdickt bleibenden Partien der Seitenwände (*z*, Fig. 16) eine feinkörnige Substanz, die aus rundlichen Körnern und geraden, sowie gekrümmten Stäbchen besteht. Von der Fläche betrachtet, erscheinen die Epidermiszellen etwas wellig verbogen (Fig. 15, 1).

Im ganz jungen Samen liegt der inneren Epidermis des Integumentes der Nucellarrest in Gestalt einer an Eiweifssubstanzen sehr reichen Zellreihe an (Fig. 11, 4). Diese Zellreihe wird nicht resorbiert, sondern verliert späterhin nur ihren Inhalt. Sie ist auch im reifen Samen noch der Regel nach erhalten (Fig. 16, 4), stets im halbreifen deutlich (Fig. 12, 4). Man kann sie ihrer Entstehung nach als Perisperm ansprechen.

Das Endosperm (*End*, Fig. 16 u. 14) besteht aus grofsen, relativ dickwandigen Zellen, die dicht erfüllt sind mit Ölplasma und Aleuron. Die Aleuronkörner sind 4,5—8 mik lang und führen meist ein Kristalloid und ein Globoid, seltener zwei Globoide (vergl. auch Fig. 35 der Angew. Anatomie). Gegen den Embryo hin ist das Endosperm durch dünnwandiges, obliteriertes Quellgewebe abgeschlossen (*Qs*, Fig. 16).

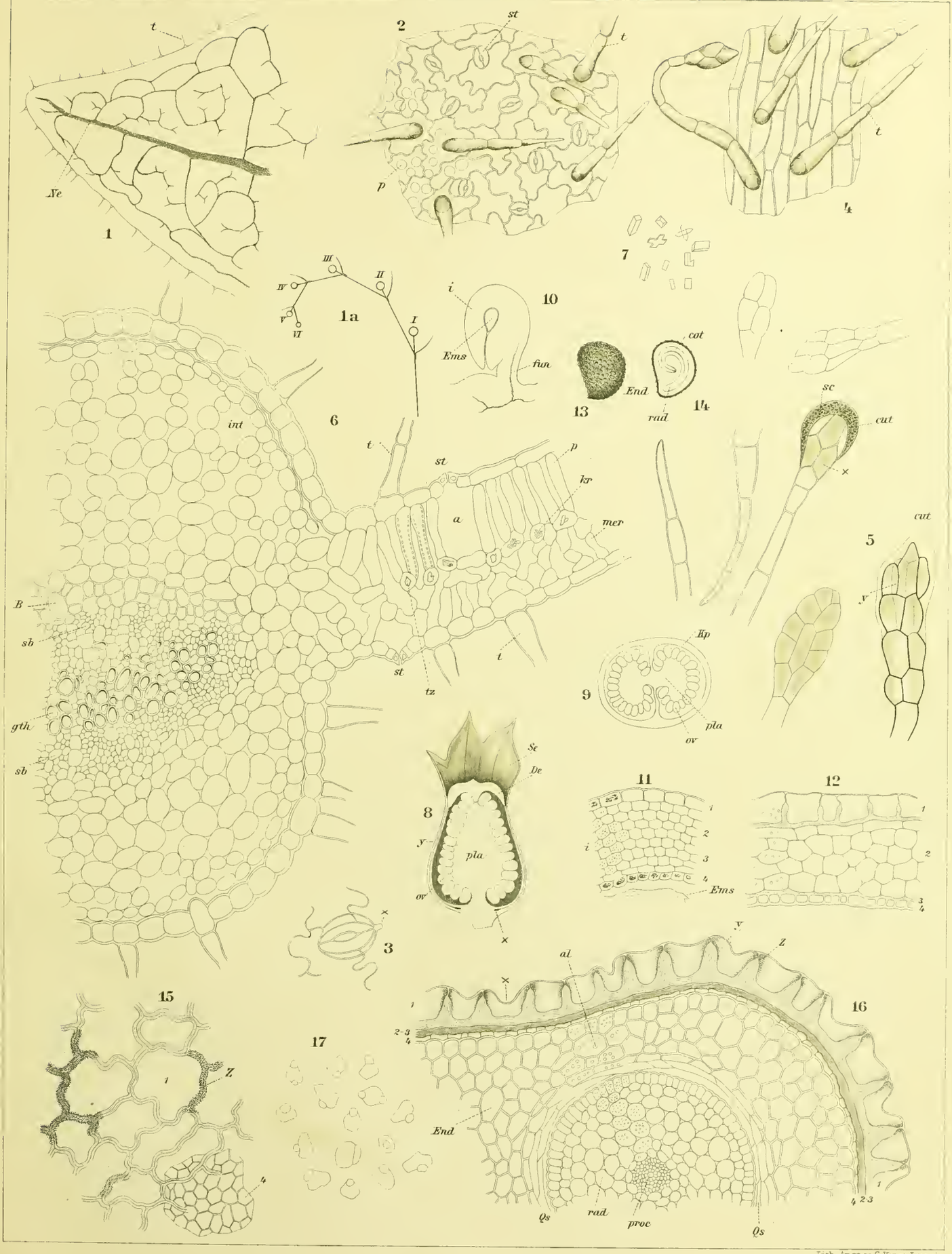
Die Radicula (*rad*, Fig. 16 u. 14), sowie die Kotyledonen (*cot*, Fig. 14) bestehen aus dünnwandigem Parenchym, welches neben Ölplasma zahlreiche Aleuronkörner enthalten, die stets kleiner als die des Endosperms, meist halb so grofs sind, also etwa 3 mik oder weniger messen. Sowohl die Aleuronkörner des Endosperms wie auch die des Keimlings gehören zu den resistenteren. Mit Alkohol gehärtet, verändern sie sich durch Wasser nur langsam. Radicula und Kotyledonen führen Prokambiumstränge (*proc*, Fig. 16).

Taf. 39.

Erklärung der Abbildungen.

Hyoscyamus niger L.

Fig. 1. Blattzahn mit Nervatur.
„ 1a. Verzweigungsart der Inflorescenz.
„ 2. Epidermis der Blattunterseite (oder Oberseite) von der Fläche gesehen.
„ 3. Spaltöffnung von der Fläche gesehen.
„ 4. Epidermis der Blattunterseite über einem Nerven.
„ 5. Haarformen des Blattes.
„ 6. Querschnitt durch das Blatt am Mittelnerven.
„ 7. Kristalle des Blattes.
„ 8. Längsschnitt durch eine junge Frucht; bei x Ansatzstelle der (abgefallenen) Korolle.
„ 9. Querschnitt durch Fig. 8 bei y. (Fig. 8.)
„ 10. Ovulum.
Fig. 11. Querschnitt durch das Integument, den Nucellarrest (4) und den Embryosack.
„ 12. Querschnitt durch die junge Samenschale. Beginnende Obliteration des als Nährschicht fungierenden Integumentes (bei 3). 4 Nucellarrest.
„ 13. Samen von aufsen.
„ 14. Samen längs durchschnitten.
„ 15. Samenschalen-Epidermis von aufsen. 4 Nucellarrest.
„ 16. Querschnitt durch den Teil des Samens, wo die Radicula liegt. Die kleinen Zahlen in Fig. 11, 12, 15, 16 bezeichnen die korrespondierenden Gewebe.
„ 17. Aleuronkörner.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Flores pyrethri.

Flor. chrysanthemi insecticidi, Dalmatiner oder Montenegriner Insektenpulver.

Die Blütenkörbchen von Chrysanthemum cinerariaefolium Benth. et Hook (Pyrethrum cinerariaefolium Trev.), die gepulvert das Dalmatiner Insektenpulver bilden, besitzen einen breit-eiförmigen oder halbkugeligen Hüllkelch, der, entsprechend der verschiedenen Gröfse der Körbchen, bei den Crivoscianer „geschlossenen" bis 10 mm (meist weniger), bei den Ragusaner „offenen" bis 14 mm, bei den „geschlossenen" von Cittavecchia und den „halbgeschlossenen" von Cittavecchia bis 9, resp. 10 mm im Durchmesser mifst. Die Blütenkörbchen der Handelsware sind bald unaufgeblüht (geschlossen), bald halbaufgeblüht (halbgeschlossen), bald aufgeblüht oder abgeblüht (offen), letzteres besonders bei dem Ragusaner Körbchen.

Der Blütenboden ist meist flach und nur wenig kegelig erhoben (Fig. 1 u. 2, *blb*). Die Hüllkelchblätter (*hb*, Fig 1 u. 2) sind aufsen gelb oder gelbbräunlich, innen glänzend strohgelb, 4—10 mm lang. Sie sitzen in mehreren sich dachziegelig deckenden Reihen in Spiralstellung an der Aufsenseite des Blütenbodens, die unteren sind relativ stark gekielt, kurz und dick (Fig. 17), stumpf-lanzettlich, die oberen (inneren) länglich-verkehrt-lanzettförmig, dünner (Fig. 18), beide, besonders die letzteren, am Rande und der Spitze mit einem trockenhäutigen, helleren Saume versehen. Die Blüten stehen in Spiralstellung auf dem nackten Blütenboden. Die gelben Scheibenblüten sind 5—6 mm lang. Ihr fünfrippiger (Fig. 24), oben keulenförmig verbreiterter Fruchtknoten (*fk*, Fig. 4) ist ungewöhnlich lang, oft halb so lang als die ganze Blüte oder doch nicht viel kürzer. An der Spitze trägt der Fruchtknoten einen auch nach dem Abblühen bleibenden häutigen, glockenförmigen, am Rande unregelmäfsig eingeschnittenen Kelch, Pappus (*Pa*, Fig. 4). Die lange Kronenröhre besitzt einen fünflappigen Saum (*Pe*, Fig. 4). Die Staminalröhre mit den verwachsenen Antheren (Fig. 5) besitzt den typischen Bau der verwandten Kompositen (vergl. auch Taf. 2), der Griffel (Fig. 8) ebenfalls. Der ein Ovulum umschliefsende Fruchtknoten ist dicht besetzt mit Öldrüsen, an der Korolle sind dieselben weniger zahlreich. Die die Zahl 20 niemals erreichenden ca. 15 mm langen und ca. 4 mm breiten Randblüten besitzen eine lange, weifse Fahne (Zunge) mit drei Endzähnen (Fig. 3) und vier Hauptnerven und einen Pappus, der dem der Scheibenblüten gleicht.

Die Anatomie der einzelnen Teile ist folgende: Die weifse Fahne (Zunge) der Randblüten (*Pe*, Fig. 3) ist ziemlich dick (Fig. 11). Die Epidermis der Oberseite besteht aus relativ hohen, ein wenig papillös vorgestülpten Zellen (*Epo*, Fig. 11), deren Seitenwände kaum verbogen erscheinen (Fig. 12), und deren Kuticula eine zarte, gegen die Haarspitze gerichtete Streifung (Faltung) zeigt (Fig. 11, *x*), die auf dem Flächenschnitt, besonders am Rande der kegelförmigen Papillen, als feine Strichelung sichtbar wird (Fig. 12, *x*). Die Epidermis der Unterseite besteht aus hohen Epidermiszellen mit dicker Aufsenwand, die mit einer derben, gefalteten Kuticula bedeckt sind. Von der Fläche gesehen, erscheinen die Seitenwände schwach wellig verbogen, die Kuticula mit zahlreichen kurzen, welligen Falten versehen (Fig. 13). Mehr oder weniger in die Epidermis eingesenkt finden sich auf der Unterseite Öldrüsen, deren Bau dem Typus der Kompositendrüsen folgt (Angew. Anatomie S. 467): zwei nebeneinander liegende Zellreihen (Fig. 11, *oed*, von der Seite, Fig. 13, *oed*, von oben gesehen) mit terminalem Sezernierungszellenpaar und Subkuticularsekret. Stomata sind selten. Das Mesophyll ist ein reichdurchlüftetes Parenchym (Fig. 11, *par*), in dem die Nerven (*gfb*) verlaufen. Von unten her treten vier Hauptnerven in das Blatt ein und vereinigen sich an der Spitze durch drei bogenförmige Anastomosen (Fig. 3). Diese vier Nerven entsenden Zweige sowohl in den Raum zwischen je zwei Hauptnerven wie von den Randnerven nach aufsen. Zwischen diesen Nervenästen finden sich Anastomosen nicht. Die zarte Spiralgefäfse führenden Haupt-Nervenbündel werden von Sekretgängen begleitet (*scb*, Fig. 11). Die Spitze der Fahne besteht aus drei kurzen, kegeligen Lappen. Der zweiteilige Griffel (*grf*, Fig. 3) besitzt den typischen Bau (vergl. auch Taf. 2). Das Fruchtknotengewebe enthält reichlich Kalkoxalat in Prismen oder sechsseitigen Tafeln.

Die Scheibenblüten besitzen einen sehr langen Fruchtknoten (*fk*, Fig. 4), der ein sehr langgestrecktes Ovulum enthält und dicht bedeckt ist mit zahlreichen Öldrüsen (Fig. 4). Durchschneidet man ihn quer, so findet man, dafs er fünf stark hervortretende Rippen besitzt (Fig. 24), von denen drei einander stärker genähert sind, als die übrigen zwei. In den Rippen verläuft ein zartes Bündel (*gfb*, Fig. 23). In ihnen wie auch in den Interkostalpartien finden sich milchröhrenartige Sekretgänge, oft mit braunen Tropfen im Inhalt, in ziemlicher Zahl (*scb*, Fig. 23 u. 24), und am Rande der Rippen wie an den Interkostalpartien sehr zahlreiche Öldrüsen des Kompositentypus (*oed*, Fig. 23 u. 24). Über den Nerven fehlen dieselben (Fig. 25). Kein Organ der Pflanze führt so zahlreiche Öldrüsen als der Fruchtknoten. Die Epidermiszellen sind gestreckt (*Ep*, Fig. 25). An der Basis des Fruchtknotens, dort wo die Blüte dem Blütenboden inseriert ist, läuft ringsum der aus Sclereiden bestehende „Trennungsring" (*scl*, Fig. 25); dort löst sich der reife Fruchtknoten ab. Die an der Aufsenseite liegenden subepidermalen Zellen des Fruchtknotens sind palissadenartig gestreckt. Vornehmlich in ihnen finden sich gut ausgebildete Kalkoxalatkristalle, Prismen, bezw. sechsseitige Tafeln. Der ein anatropes Ovulum umschliefsende Fruchtknoten wird zu einer 3,5 mm langen, derben, kantigen, vom Pappus gekrönten, einsamigen Achaene. Die Achaenenwand besteht zu äufserst aus der Epidermis (Fig. 26, 1), die in jeder Zelle eine sechsseitige Tafel oder ein Prisma führt. Das subepidermale Gewebe des Fruchtknotens (Fig. 23, 2) ist zu einer breiten Sclereidenschicht geworden (Fig. 26, 2). Das Parenchym ist sclerotisiert. Fast jede Sclereide enthält einen wohlaus-

gebildeten Oxalatkristall (*kr*, Fig. 27, oben). Das Gewebe der fünf Rippen ist gleichfalls sclerotisiert (Fig. 26, 4), aber die Zellen sind hier gestreckter. Es sind meist Librosclereiden. Der Streifen schliefst hier die kleinen Gefäfse der Nervenbündel ein (*gf*, Fig. 26). Auf die Schicht 2 folgt ein zartes Parenchym (Fig. 26, 3). Die innersten Schichten (Fig. 23, 5) sind samt den Sekretgängen obliteriert, zusammengedrückt durch Heranwachsen des Samens. Der letztere besteht der Hauptmasse nach aus den plankonvexen Kotyledonen. Die Samenschale ist nur wenige Zellreihen dick und von diesen sind die innersten zudem obliteriert (*Ss*, Fig. 26). Die Samenschalepidermis besteht aus derben, gestreckten Zellen. Der Samenschale liegt innen ein zarter, meist zwei Zellen dicker Endospermrest an (*End*, Fig. 26).

Der Kelch, da bleibend als Pappus zu bezeichnen (*Pa*, Fig. 4), ist nur wenige Zellen dick (Fig. 9) und führt vornehmlich im Mesophyll zahlreiche Sclereiden (*scl*, Fig. 9), die mehr oder weniger gestreckt und verbogen sind (*scl*, Fig. 10) und dem Gewebe die Starrheit verleihen, die für den Pappus charakteristisch ist. Auch im Pappus finden sich die Oxalatkristalle (*kr*, Fig. 10). Der obere, eingebuchtete Rand ist oft durch Spiralfaserzellen gefestigt (*x*, Fig. 10). Die Zellen der inneren Epidermis sind gröfser als die der äufseren (*Epi* und *Epa*, Fig. 9).

Die Korolle ist ungleich dick. In der Höhe der Antherenröhre durchschnitten, ist sie meist zwei Zellen dick (*Pe*, Fig. 7). Sie wird von fünf Nerven durchzogen. An den Nerven (Fig. 7, *gfb*) ist die Korolle dicker. Die Nervenbündel gehen zu den Einschnitten zwischen den Zipfeln und gabeln sich hier. Die Aufsenseite der Korolle ist mit Öldrüsen besetzt (*oed*, Fig. 4 u. 14). Die Epidermiszellen der Aufsenseite sind schwach gestreckt (Fig. 14). Die Aufsenwand ist sehr stark verdickt (Fig. 7, *Epa*), die Kuticula entweder quer- oder längsgefaltet. Die Epidermis der Innenseite gleicht im Grofsen und Ganzen der der Aufsenseite. Die Kuticula zeigt zahlreiche feine Querfalten (Fig. 15). Kalkoxalatkristalle finden sich auch hier allenthalben, ebenso rundliche oder gestreckte Chromatophoren. Den Nervenbündeln angelagert findet man bisweilen gestreckte Sclereiden. In der Höhe der Anheftung des Filamentes ist die Korolle sehr dick und besteht das Mesophyll hier aus einem reichdurchlüfteten Parenchym.

Die Staubfadenröhre hat den typischen Bau (vergl. auch Taf. 2). Das Filament besitzt auf der einen Seite einen epidermalen Beleg verdickter und verholzter Zellen und führt ein Bündel in der Mitte. Die Antheren besitzen eine zwei Zellen dicke Wand. Die innere Schicht ist die „fibröse“. Sie besteht aus Zellen mit Leistenverdickungen (Taf. 2, Fig. 17 u. 18). Sie bewirkt das Aufspringen der Antheren. Die äufsere ist eine sehr zarte, frühzeitig obliterierende Parenchymschicht, die die einzelnen Antheren untereinander verbindet (bei *x*, Fig. 7), dort und über der Antherenmitte auch mehrreihig ist, aber sehr leicht reifst. Die Antheren sind also nicht nur mit einander verklebt, sondern miteinander verwachsen. Das kegelförmig nach oben verlängerte Konnektiv (*con*, Fig. 5) besteht besonders am Rande aus sclerenchymatischen Zellen.

Die einzelligen Pollenkörner (Fig. 6) besitzen eine grobstacheligc Exine und eine Stäbchenschicht, die die Oberfläche gekörnt erscheinen läfst. Ihr Durchmesser beträgt ca. 28 mik.

Der Griffel und die Narbe (Fig. 8) gleichen im allgemeinen den gleichen Bildungen bei Matricaria (s. Taf. 2). In der Mitte verläuft auch hier ein mit einem gelben Balsam erfüllter Sekretgang.

Der Blütenboden besteht aus einem grofszelligen Parenchym, das von zahlreichen Bündeln durchzogen ist. Die Bündel begleiten Sekretgänge. Gegen die Anheftungsstelle jeder Blüte entsendet dies Bündelsystem einen Ast, der sich dort in fünf Äste gabelt, von denen je einer in je einer Fruchtknotenrippe nach oben verläuft (Fig. 25, *Nc*).

Die Hüllkelchblätter sind etwas verschieden gebaut, je nachdem man die äufseren oder die inneren betrachtet. Der Querschnitt durch ein äufseres Blatt des Involucrums ist in Fig. 16 dargestellt. Das Blatt wird in der Mitte von einem Nervenbündel durchzogen (*gfb*, Fig. 16 u. 17), dessen mechanischer Belag etwa 3—4 Gabeläste nach rechts und links entsendet. Es besteht aus einigen schmalen Gefäfsen (*gf*, Fig. 16) und einem durch zwischengeschobenes mechanisches Gewebe gespaltenen Siebteil, der demnach zwei isolierte Inseln bildet (*sb*.) Gegen die Innenseite des Blattes hin (in der Figur links) sind dem Bündel 1—3 Sekretbehälter angelagert (*scb*), die, nach dem Kranze dünner sezernierender Zellen zu schliefsen, die den Gang umgeben, schizogen zu sein scheinen. An dies Mittelnervenbündel setzt sich entweder direkt oder durch ein dünnwandigeres Zwischengewebe (*x*, Fig. 16) getrennt der mediane, dem Blatte die aufserordentlich derbe Beschaffenheit verleihende Bastzellstreifen beiderseits an (*B*, Fig. 17). Derselbe besteht aus relativ kurzen Bastzellen, Librosclereiden und Sclereiden, mit kegelförmigen oder abgestutzten Enden und Spaltentüpfeln (*B*, Fig. 19 u. 20) oder rundlichen Tüpfeln. An diese Bastzellplatte setzen sich beiderseits rundliche oder gestreckte derbe Zellen an, deren Wand rundliche Tüpfel besitzt (Fig. 16, 4 u. Fig. 20, 4). Die Bastzellplatte ist gegen die Blattmitte hin ziemlich dick, verschmälert sich aber gegen die Blattränder hin und ist an dem Rande nur ein oder zwei Zellen breit (Fig. 16). Die Epidermis der Innenseite (Fig. 16, 1) ist glatt und das Blatt daher dort glänzend. Die Aufsenwand der Epidermiszellen verdickt. Die Zellen selbst sind gestreckt und haben zugespitzte Enden (Fig. 19, 1). Die Epidermis der Aufsenseite des Blattes (Fig. 16, 5) ist aufserordentlich stark verdickt, die Zellen wenig gestreckt oder polyedrisch, die Kuticula grobfaltig mit von den ziemlich zahlreichen, etwas eingesenkten Spaltöffnungen (*st*, Fig. 16 u. 21) ausgehenden kräftigen Falten (Fig. 21). Aufserdem trägt die Epidermis der Aufsenseite, besonders am Blattrande, neben langen Peitschenhaaren eigentümliche T-Haare, die auf einem dünnen, ein- bis mehrzelligen Stiele, dessen Zellen oft gelben Inhalt führen, einen am breitesten Teile 22—30 mik breiten, beiderseits zugespitzten, langen, spindelförmigen, oft verkrümmten Querbalken tragen (*t*, Fig. 21), der bisweilen abfällt und dann

dem Blatte aufsen aufliegt. Auch Öldrüsen findet man hier und da, aber selten.

Die inneren Hüllkelchblätter sind viel länger, gestreckt-lanzettlich, dünner, weniger scharf in der Mitte gekielt (Fig. 18). Ihre Mittelrippe tritt weniger kräftig hervor. Der helle Saum ist, besonders an der Spitze, viel breiter. Im Bau gleichen sie im allgemeinen den inneren, nur erfüllt die mediane Bastzellplatte nahezu das ganze Mesophyll und der hyaline bastzell- und sclereidenfreie, einschichtige Saum (Fig. 22) ist mehr noch als bei den äufseren mit T-Haaren (*t*, Fig. 22), sowie langen Peitschenhaaren (*y*, Fig. 22) besetzt. Öldrüsen fehlen in der Regel. Der Mittelnerv entsendet eine Anzahl Seitenzweige nach rechts und links.

Der Blütenstiel ist hohl (Fig. 2). Die Markhöhle wird von obliteriertem Markparenchym ausgekleidet. Die Blütenstielröhre besitzt meist zwölf deutliche Rippen, die zwischen sich relativ tiefe Furchen lassen. Besonders in diesen Furchen sitzen zahlreiche Haare, sowohl einfache, wie T-Haare. Die Rippen führen ein sie fast ganz erfüllendes Kollenchymbündel. An den Flanken der Rippen und in den Furchen liegt Assimilationsparenchym. Innerhalb desselben liegt je ein Gefäfsbündel mit Bastzellbeleg. Die Bündel begleiten auch hier Sekretschläuche, die, ebenso wie die Sekretschläuche der Blütenorgane, eine gelbliche oder bräunliche ölige Masse enthalten.

Wo ist der Sitz des Körpers, der die bekannte insekticide Wirkung ausübt? Von der Anschauung, dafs die Wirkung des Insektenpulvers eine rein mechanische sei, dürfen wir wohl absehen, da andere gleich fein gepulverte Kompositenkörbchen (mit Ausnahme von Chrysanthemum Parthenium, inodorum und corymbosum, sowie Tanacetum vulgare) keineswegs insekticide Eigenschaften besitzen. Wir sind berechtigt, die Wirkung als eine chemische aufzufassen. Welcher Körper sie ausübt, ist noch nicht bekannt. Wir wissen jedoch, dafs aufser ätherischem Öl, Harz, Cholesterin, einem Paraffin und einem Glykoside, bezw. Phloroglucide — Pyrethrotoxinsäure, Persicin und Persicëin sind fragwürdige Individuen — ein Alkaloid, das Chrysanthemin, in ihnen vorkommt. Wir wissen ferner, dafs der Körper mit insekticiden Eigenschaften nicht flüchtig ist und können daraus, dafs die ganzen Körbchen, sowie die isolierten Teile derselben unzerkleinert keine insekticide Wirkung ausüben, sondern, um diese zu zeigen, gepulvert werden müssen, schliefsen, dafs der fragliche Körper nicht in den peripherischen Öldrüsen der Epidermis, sondern im Innern der Organe vorkommt. Ich bin geneigt, ihn in den öligen, bezw. harzigen Massen der alle Organe durchziehenden Sekretgänge zu suchen. Da der Inhalt von Sekretgängen oft mit fortschreitender Entwicklung der Blüten und Früchte sich verändert (besonders Stoffe daraus verbraucht werden), so liegt hierin vielleicht der Grund, warum unaufgeblühte Körbchen wirksamer sind, als auf- oder abgeblühte.

Das kaukasische Insektenpulver wird von Chrysanthemum roseum Web. et Mohr (Chrysanthemum carneum M. von Bieb. Pyrethrum coronopifolium Willd.) gesammelt. Diese Pflanze weicht von Chr. cinerariaefolium (mir standen von beiden Pflanzen sowohl Material aus dem Kaukasus, bezw. Dalmatien und der Herzegowina, wie aus den Kulturen bei Berlin zur Verfügung) dadurch ab, dafs sie mehr als 20 (bis 30) weibliche, rot gefärbte Randblüten hat, die Hüllkelchblätter nicht gleichmäfsig braun gefärbt, sondern nur braun berandet zu sein pflegen und der etwas kürzere Fruchknoten dadurch, dafs zwischen den fünf Primärcostis Sekundärrippen entstehen, mehr als 5 (bis 10) Rippen besitzt. Die Fahne der Randblüten zeigt — für gewöhnlich wenigstens — einfachere Nervatur, indem von den vier primären Nervenbündeln weniger reichliche Gabelungen abgehen. Der Hauptunterschied scheint mir aber im Kelch (Pappus) zu liegen, der bei Chr. cinerariaefolium sehr lang (ca. 1 mm), bei Chr. roseum dagegen sehr kurz (ca. 0,5 mm), bei letzterer Pflanze zudem viel tiefer zerschlitzt ist.

Der Bau der einzelnen Organe des Blütenkörbchens stimmt im allgemeinen bei beiden Pflanzen überein, nur zeigt natürlich der viel- (meist 9—10)rippige Fruchtknoten von Chr. roseum einen dementsprechend anderen Bau als der fünfrippige von Chr. cinerariaefolium. Reife Achaenen von Chr. roseum standen mir nicht zur Verfügung. Vielleicht sind auch diese abweichend gebaut, wie der Fruchtknoten. Der Pappus von Chr. roseum zeigt ferner keine Spiralfaserzellen am oberen Rande, doch will dies nicht viel bedeuten, da sie auch dem von Chr. cinerariaefolium bisweilen fehlen. Der Pappus ist bei Chr. roseum sclereidenfrei oder sclereidenarm. Der Hauptunterschied scheint mir im Bau der Epidermis der Oberseite der Fahne bei den Randblüten zu liegen. Die Epidermiszellen sind bei Chr. roseum viel stärker papillös vorgestülpt (Fig. 13a) und auch anders gestaltet, wie bei Chr. cinerariaefolium (Fig. 11, *Epo*). Bei Chr. roseum sind zudem die Oxalatkristalle niemals so schön als grofse Einzelkristalle oder mannigfache Zwillingsbildungen ausgebildet, wie bei Chr. cinerariaefolium, wie sie z. B. in der Epidermis des Fruchtknotens der weiblichen Randblüten und der Epidermis der Achaenen der Scheibenblüten schon bei oberflächlicher Betrachtung schön hervortreten. Bei Chr. roseum findet man meist kleine Drusen.

Das Pulver.

Das Pulver besitzt, wenn man es sich selbst aus sicher bestimmten (kultivierten oder wilden) Blütenkörbchen herstellt, stets eine graugelbe nie eine hochgelbe Farbe, wenigstens bei sogenannten Dalmatiner Blüten von Chr. cinerariaefolium. In hochgelbem Pulver fand ich bisher immer Fragmente von kaukasischen Blüten (Chr. roseum). Im Handel sind die Pulver von sogenannten „kultivierten“ Blüten gelber als die von sogenannten „wilden“, aber das Pulver stammt bekanntlich ausschliefslich von kultivierten Blüten. Im Pulver — man be-

obachtet in Chloral — prävalieren die Fragmente der Hüllkelchblätter und der Achaenenwand, deren Bastzellen-, Librosclereiden- und Sclereidengruppen auf den ersten Blick auffallen. Auch die Epidermis der Unterseite der Hüllkelchblätter findet man oft. Fragmente der Zunge der Randblüten und der Korolle der Scheibenblüten mit den zarten Spiralgefäfsen im Innern und der charakteristischen oberen Epidermis sind das nächste Element, das auffällt. Dann in allen guten Sorten zahlreiche Pollenkörner, was darauf deutet, dafs die guten Sorten aus halboffenen oder geschlossenen Körbchen dargestellt werden. In schlechten Sorten findet man sehr wenig Pollenkörner und viel Stielfragmente. Ziemlich reichlich ist auch das Parenchym des Blütenbodens vertreten. Zurücktreten: der Pappus, Filamentreste, wohlerhaltene Querbalken der T-Haare und Narbenfragmente. In selbst dargestellten Pulvern fand ich oft Balsamtropfen und reichlich wohlausgebildete Oxalatkristalle, die der Handelsware — merkwürdigerweise — oft fehlen. In altem Insektenpulver findet man oft Kristallnadeln, die nicht Oxalat sind. (Pyrethrosin?)

Mit dem wässerigen Auszuge und dem in Wasser liegenden Pulver giebt Kaliumquecksilberjodid keine Fällung, Phosphormolybdänsäure färbt tief-orangegelb, Phosphorwolframsäure giebt eine schwache Trübung und Kaliumwismuthjodid einen starken käsigen Niederschlag (Kaliumwismuthjodid fällt das Chrysanthemin), Kalihydrat färbt (besonders stark die Fruchtknoten) orangegelb; die Färbungen mit Schwefelsäure (rotbraun, dann braungrün), Salzsäure und Salpetersäure, sowie Eisenchlorid (grünlichschwarz) sind nicht charakteristisch.

Der Nachweis, ob Blütenkörbe von Chr. roseum vorliegen oder den Körben von Chr. cinerariaefolium beigemengt sind, ist sehr schwer zu erbringen, wenn nur Pulver vorliegt. Nach meinen Erfahrungen bietet hier nur die Epidermis der Oberseite der Zungenblüten einige Anhaltspunkte, da sie bei den beiden Arten durchaus verschieden ausgebildet ist und ihr Bau auch an Pulverfragmenten noch wohl erkennbar ist. Die Farbe der Hüllkelchblätter, die Form des Pappus, sowie alle die anderen unterscheidenden Merkmale, die es so leicht möglich machen, ganze Körbchen der beiden Arten zu unterscheiden, lassen bei Untersuchung des Pulvers ganz im Stich. Am wichtigsten ist übrigens das physiologische Experiment, ob das Pulver starke insekticide Wirkung besitzt oder nicht.

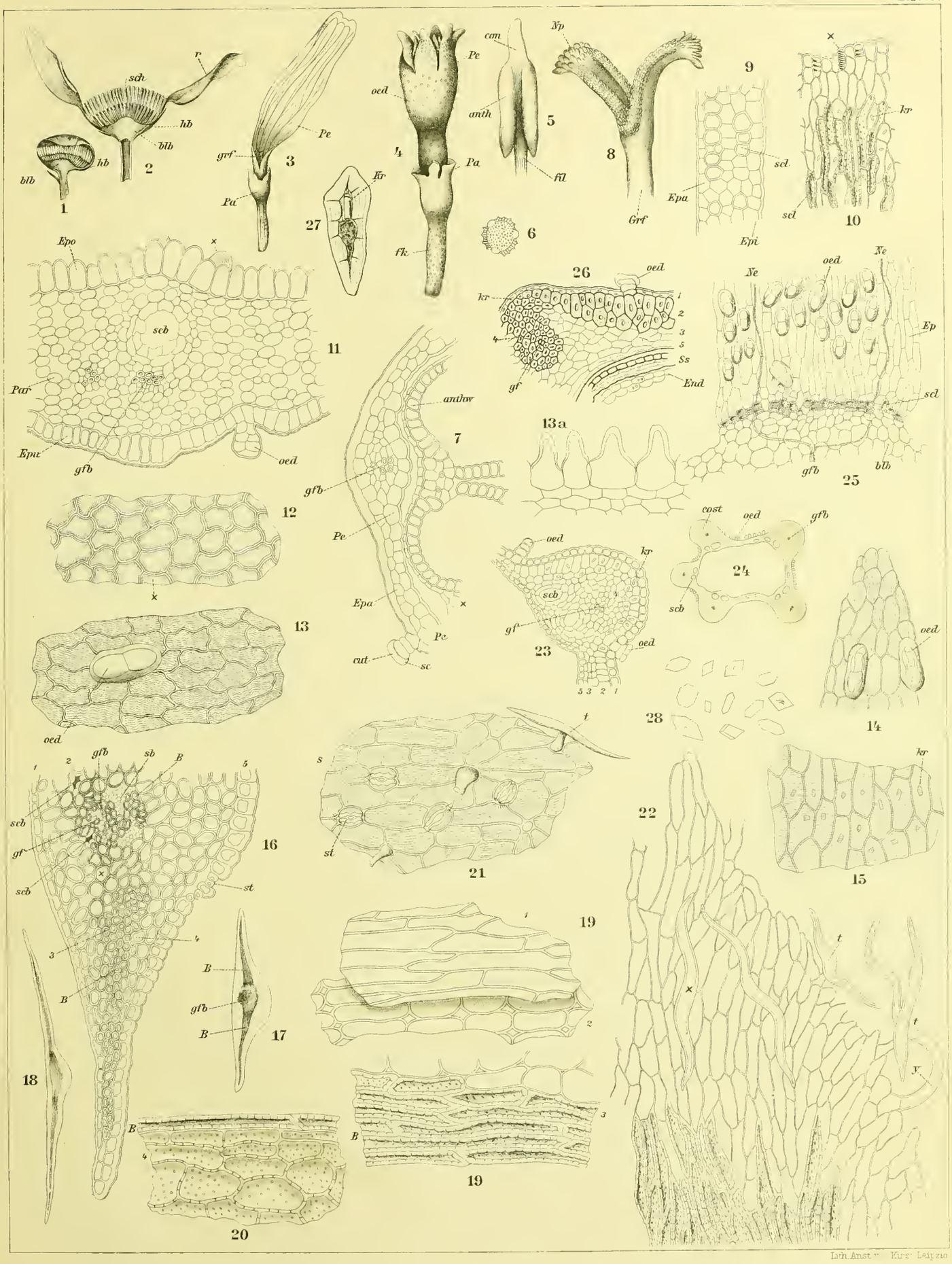
Als Verfälschungen des Pulvers werden zahlreiche Dinge genannt. Die verwandten Kompositen (Chrysanthemum Parthenium, inodorum, corymbosum, leucanthemum, coronarium, Anthemis arvensis, Cotula, tinctoria und nobilis, Inula pulicaria, Tanacetum vulgare, Matricaria, Calendula u. a.) sind im Pulver schwer zu diagnostizieren, sehr leicht die häufig zum Auffärben (der Handel wünscht ganz ungerechtfertigterweise gelbe Pulver!) benutzte Curcuma (s. d.), ebenso Senfkleie (s. d.), und Sägemehl. Die anorganischen Beimengungen (Chromgelb, Baryumchromat, Ocker) lassen sich durch eine Aschenanalyse erkennen. Die Asche des Insektenpulvers beträgt ungefähr 7 Proc. Sie ist manganhaltig. Eine Beimischung des Krautes der Insektenpulverpflanzen, die ich übrigens nie beobachtet habe, würde sich durch reichliches Vorkommen der T-Haare verraten.

Tafel 40.

Erklärung der Abbildungen.

Chrysanthemum cinerariaefolium Benth et Hook
(nur Fig. 13a gehört zu *Chrysanthemum roseum Web. et Mohr*).

Fig. 1. Geschlossenes Blütenkörbchen.
„ 2. Offenes Blütenkörbchen.
„ 3. Weibliche Randblüte.
„ 4. Hermaphrodite Scheibenblüte.
„ 5. Anthere.
„ 6. Pollenkorn.
„ 7. Querschnitt durch die Korolle einer Scheibenblüte und die Antherenwand.
„ 8. Griffel mit den zwei Narbenschenkeln.
„ 9. Querschnitt durch den Pappus.
„ 10. Pappusrand.
„ 11. Querschnitt durch die Zunge der Randblüte.
„ 12. Epidermis der Oberseite der Zunge. Flächenansicht.
„ 13. Epidermis der Unterseite der Zunge. Flächenansicht.
„ 13a. Querschnitt durch die Epidermis der Oberseite der Zunge einer Randblüte von Chr. roseum.
„ 14. Epidermis des Zipfels der Korolle einer Scheibenblüte. Aufsenseite.
„ 15. Epidermis der Korolle einer Scheibenblüte. Innenseite.
„ 16. Querschnitt durch ein äufseres Hüllkelchblatt von der Mitte bis zum Rande.
„ 17. Lupenbild des Querschnittes durch ein äufseres Hüllkelchblatt.
Fig. 18. Lupenbild eines Querschnittes durch ein inneres Hüllkelchblatt.
„ 19. Die Epidermis der Innenseite (1) und die folgenden Schichten (2—3) des äufseren Hüllkelchblattes bis zur Sclerenchymschicht (3). Längsschnitt.
„ 20. Übergangszone am Rande der Sclereiden- bezw. Bastschicht. Längsschnitt.
„ 21. Epidermis der Aufsenseite des Hüllkelchblattes.
Die kleinen Zahlen in Fig. 16, 19—21 bezeichnen die korrespondierenden Gewebe.
„ 22. Rand eines inneren Hüllkelchblattes. Flächenansicht.
„ 23. Rippe des Fruchtknotens. Querschnitt.
„ 24. Querschnitt durch die Fruchtknotenwand. Lupenbild.
„ 25. Ansatzstelle der Blüte am Blütenboden, bei *sel* die Trennungsschicht (Sclereidenring). Die Fruchtknotenwand in Flächenansicht.
„ 26. Querschnitt durch die Wand der Achaene an einer Rippe, sowie die Samenschale und das Endosperm.
„ 27. Sclereide mit Oxalatkristall aus der Schicht 2 (Fig. 26). Im Längsschnitt.
„ 28. Isolierte Kalkoxalatkristalle, besonders aus Fruchtknoten- und Achaenenwand.



Lith. Anst. v. Kirs. Leipzig